

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ РЕЗЕРВНОГО ПИТАНИЯ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С УЧЕТОМ ИХ ГРУППОВОГО ВЫБЕГА

Сивокобыленко В.Ф., Лебедев В.К., Кукуй К.А.

Донецкий национальный технический университет, кафедра ЭС

E-mail: Svf@elf.dgtu.donetsk.ua

Abstract

Sivokobylenko V., Lebedev V., Kukuy K. Perfection of the scheme of inclusion of the reserve nourishment of asynchronous motors, when a switch of working nourishment is off. Is offered an improved inclusion scheme of reserve nourishment, which prevents the unsynchronous repeated inclusions of motors, when her test by a way to turn off by switch of working nourishment.

Системы электроснабжения ответственных потребителей с асинхронными двигателями широко используются в промышленности и сельском хозяйстве. Согласно требованиям Правил Устройства Электроустановок (ПУЭ) для них предусматриваются источники рабочего и резервного питания (рис. 1). Последние включаются схемой автоматического включения резерва (АВР) при исчезновении рабочего питания по любой причине (из-за короткого замыкания, глубокой посадки напряжения, самопроизвольного отключения выключателя ввода рабочего питания и др.). При этом время переключения питания в зависимости от типа применяемых выключателей составляет порядка 0,2-0,6 с. За указанное время напряжение, генерируемое выбегающими двигателями, затухает на 15-25 % по величине и на 1-2 Гц по частоте, а сдвиг по фазе между напряжениями шин и резервного источника может составлять 160-270 градусов. Как показано в [1], такое несинхронное повторное включение двигателей может быть весьма опасным для них из-за возникновения ударных токов и моментов, значения которых могут превышать номинальные в 7-10 раз. В качестве примера на рис. 2 приведена осциллограмма режима несинхронного повторного включения асинхронного двигателя 6 кВ, 500кВт конденсатного насоса при работе АВР.

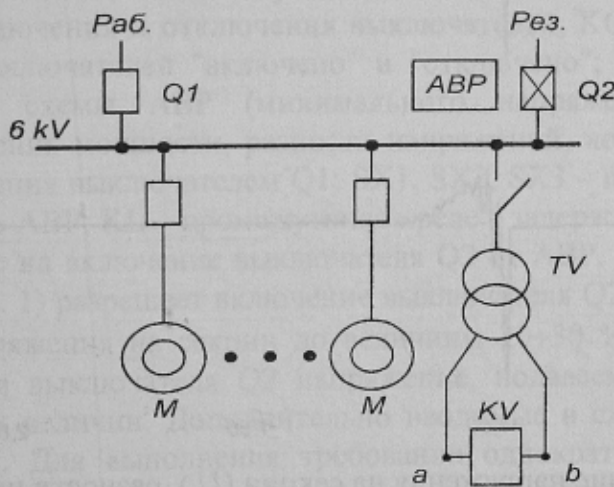


Рисунок 1 - Схема питания секции 6 кВ с асинхронными двигателями

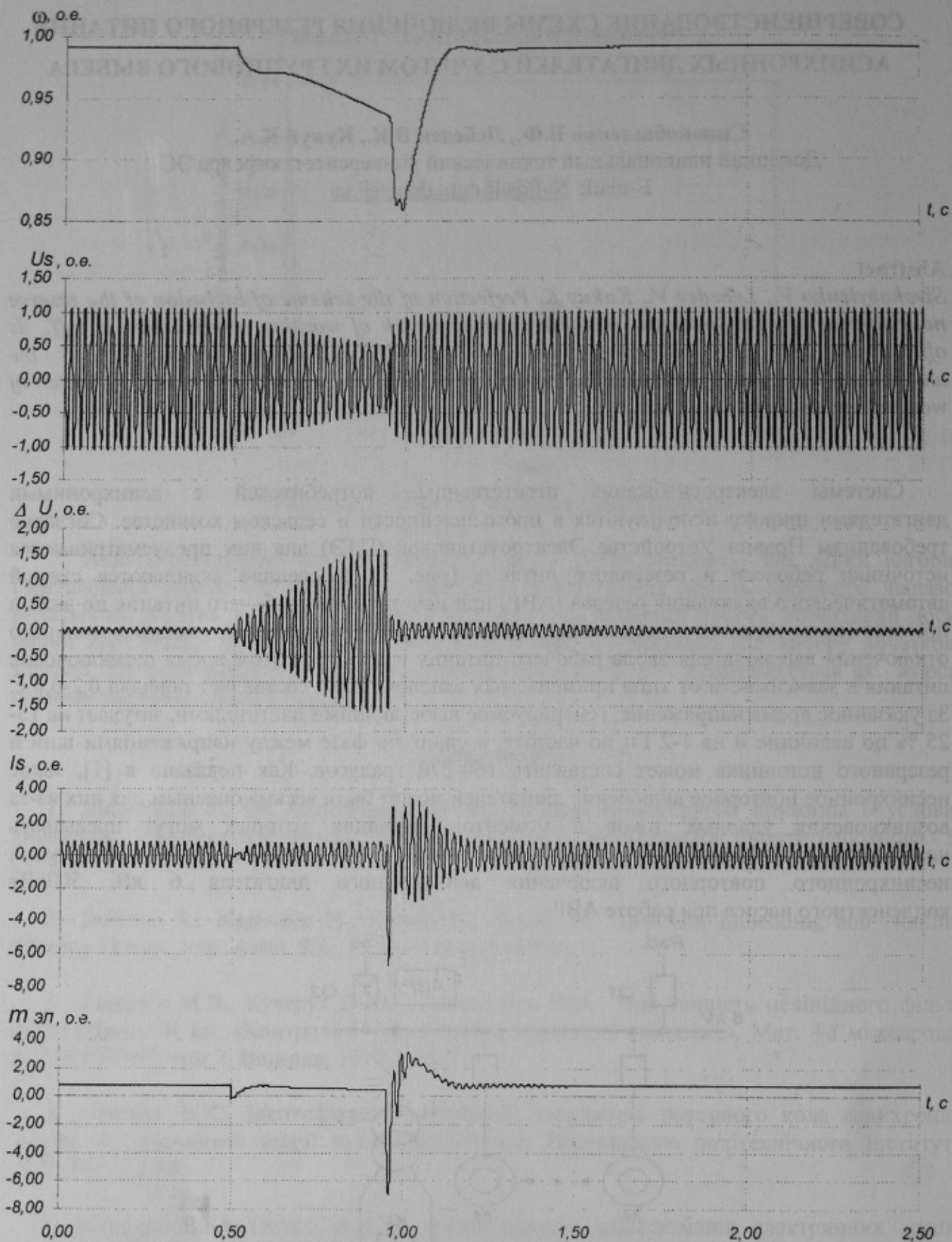


Рисунок 2 – Изменение напряжения на секции (U_s), разности напряжений секции и системы (ΔU), тока статора (I_s), электромагнитного момента ($m_{эл}$) и частоты вращения (ω) двигателя конденсатного насоса в режиме опробования АВР по существующей схеме

При этом при повторном включении с разностью напряжений только $1,58U_n$ ударные значения тока и момента составили 6,8 о.е. и 7,1 о.е., что существенно больше, чем в режимах обычного прямого пуска. Несинхронные включения резко сокращают ресурс двигателей, особенно большой единичной мощности, которые применяются в системах собственных нужд электростанций (200-8000 кВт), на металлургических заводах (500-10000 кВт), на газокompрессорных станциях (до 12500 кВт) и др.

Многие зарубежные фирмы изготовители электродвигателей запрещают повторное включение последних при наличии незатухшего напряжения на выводах. Однако в практике стран СНГ это требование применяется только для крупных синхронных двигателей после ряда имевших место их повреждений.

Так по данным испытаний [2] была принята рекомендация отключать синхронные двигатели схемой АВР во всех случаях потери рабочего питания в схемах собственных нужд электростанций. В отношении асинхронных двигателей в соответствии с директивными материалами [3] они остаются подключенными к секции во всех случаях работы АВР. Необходимо отметить, что этим же циркуляром предписывается проверка действия АВР не реже 1-2 раз в полгода путем отключения рабочего питания и включения резервного схемой АВР. Перерыв питания при этом составляет 0,35-0,50 с и вероятность несинхронного включения двигателей достаточно высока, что вызывает ускоренный износ изоляции и чем наносится значительный ущерб из-за повышенной аварийности двигателей [1].

С целью предотвращения несинхронных повторных включений двигателей в [4] был предложен способ косвенного опробования АВР, в котором сначала включалось резервное питание, а затем отключалось рабочее. Перерыв питания при этом отсутствует, а правильность действия устройств автоматики АВР оценивалась с помощью фиксации очередности действия реле. Этот способ не нашел широкого применения, так как при этом не выполняется требование Циркуляра о проверке действия АВР с перерывом питания.

В данной работе предлагается усовершенствовать схему АВР таким образом, чтобы удовлетворить требованиям Циркуляра и предотвратить возможную несинхронную подачу напряжения на двигатель. Для этой цели в существующую схему АВР вводится дополнительный орган контроля напряжения на секции (реле KV, подключенное к трансформатору напряжения TV секции рабочего питания и показанное на рис. 1). На рис. 3 показаны схемы управления выключателями Q1 рабочего питания (а) и Q2 резервного питания (б) секции собственных нужд. На схемах обозначены: YAC и YAT – электромагниты включения и отключения выключателей; KQC и KQT – соответственно реле положения выключателей "включено" и "отключено"; АВР – выходные контакты пусковых органов схемы АВР (минимального напряжения, понижения частоты, изменения направления мощности, разности напряжений, контроля синхронизма и др.); SA1 – ключ управления выключателем Q1; SX1, SX2, SX3 – переключатели ввода-вывода из работы устройств АВР; KL – промежуточное реле с задержкой на отпадание, подающее командный импульс на включение выключателя Q2 от АВР. Дополнительно введенное в схему реле KV (рис. 1) разрешает включение выключателя Q2 резервного питания только при снижении напряжения на секции до величины $20 \div 30$ % номинального. Поэтому к моменту включения выключателя Q2 напряжение, подаваемое на двигатели, не будет превышать опасных величин. Дополнительно вводимые в схему элементы очерчены на рис. 3б пунктиром. Для выполнения требования однократности подачи импульса на включение предусмотрено самоудерживание промежуточного реле KL через последовательно включенные замыкаемые контакты реле напряжения KV.1 и замыкаемые контакты реле положения KQT2.1 выключателя Q2. Таким образом, при опробовании действия АВР ключ SX3 ставится в положение "Опробование АВР" и его контакты в

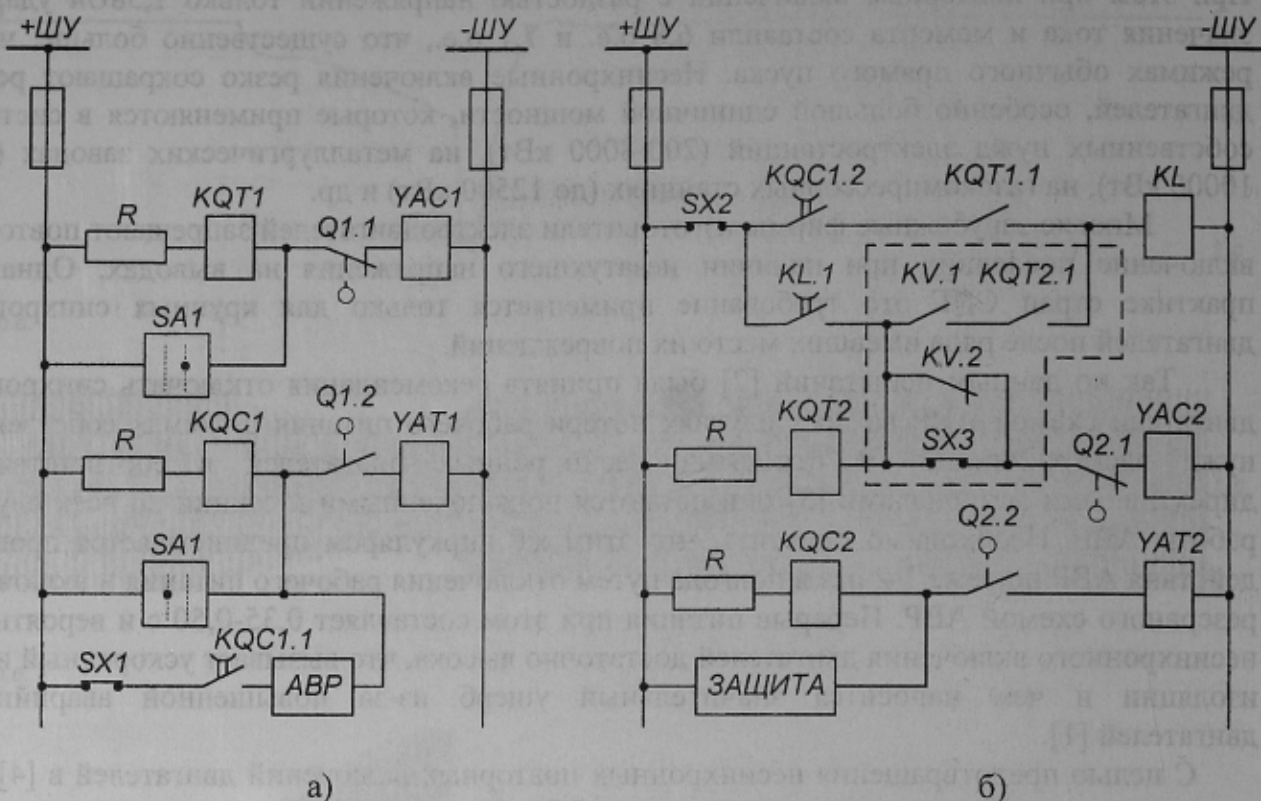


Рисунок 3 - Принципиальная схема проверки действия АВР с контролем затухания напряжения на секции рабочего питания.

схеме (рис. 3б) разомкнуты. Затем ключом управления SA1 (рис. 3а) отключается выключатель Q1 рабочего питания.

После срабатывания реле положения отключено KQT1 подается импульс на срабатывание реле KL, которое через свой замыкающийся контакт KL.1 становится на самоудержание. Схема остается в этом положении до тех пор, пока напряжение на секции не снизится до уставки отпадания реле напряжения KV. После этого будет подан командный импульс на включение выключателя Q2. Реле KL должно иметь задержку на отпадание такую же, как и реле KQC1, достаточную для включения выключателя Q2.

Таким образом, предложенная схема не нарушает основных принципов, заложенных в типовую схему АВР, не требует большого количества дополнительных элементов, удовлетворяет требованиям директивных материалов и позволяет избежать несинхронных повторных включений.

Осциллограмма процессов при проверке АВР предложенным способом в системе собственных нужд блочного агрегата мощностью 300 МВт показана на рис. 4. Как видно из осциллограммы, значения ударного тока и момента в двигателе существенно ниже, чем для действующей схемы (рис.2). Так, например, токи и моменты в двигателе КЭН ($P_n = 500$ кВт, $U_n = 6$ кВ) составили 4,6 о.е. и 3,1 о.е. вместо имевшихся ранее значений 6,8 о.е. и 7,1 о.е. соответственно. При оценке по методике, изложенной в [1], срок службы двигателей при использовании предлагаемой схемы увеличивается в 1,4 – 1,5 раза, что в целом по Украине, учитывая широкое применение двигателей на ТЭС, АЭС и других установках, составит значительный экономический эффект.

При использовании предлагаемой схемы перерыв питания увеличивается с 0,4-0,5 с до 0,8-1,0 с, что согласно данным расчетов и экспериментов не приведет к существенному утяжелению режима группового самозапуска. Это объясняется тем, что опробование АВР

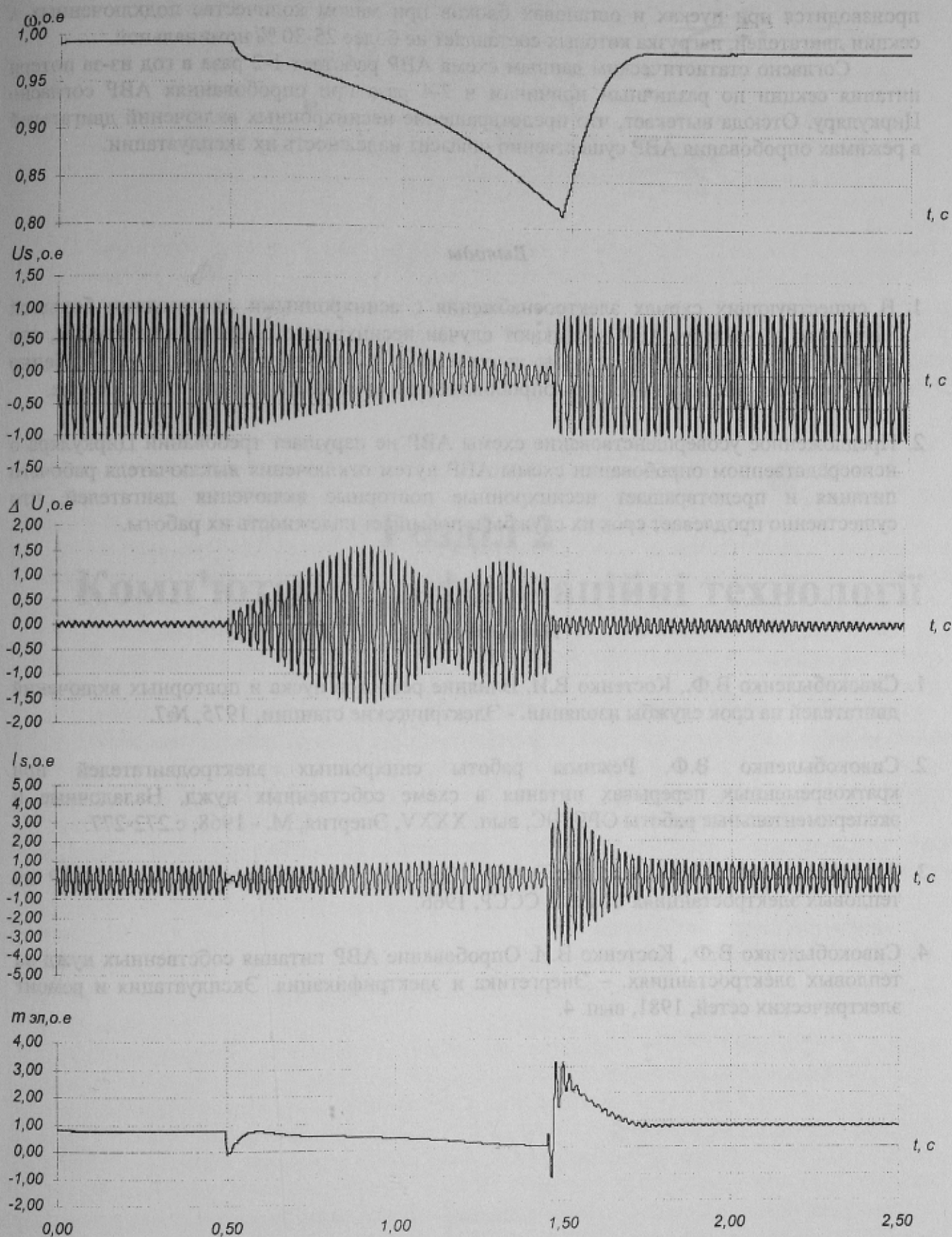


Рисунок 4 – Изменение напряжения на секции (U_s), разности напряжений секции и системы (ΔU), тока статора (I_s), электромагнитного момента ($m_{эл}$) и частоты вращения (ω) двигателя конденсатного насоса в режиме опробования АВР с использованием предложенной схемы

производится при пусках и остановах блоков при малом количестве подключенных к секции двигателей, нагрузка которых составляет не более 25-30 % номинальной.

Согласно статистическим данным схема АВР работает 1-2 раза в год из-за потери питания секции по различным причинам и 2-4 раза при опробованиях АВР согласно Циркуляру. Отсюда вытекает, что предотвращение несинхронных включений двигателей в режимах опробования АВР существенно повысит надежность их эксплуатации.

Выводы

1. В существующих схемах электроснабжения с асинхронными двигателями большой мощности в режимах АВР возникают случаи несинхронной подачи напряжения, что значительно снижает срок службы двигателей и увеличивает аварийность. Особенно часто эти режимы возникают при опробовании режима АВР в действующих схемах.
2. Предложенное усовершенствование схемы АВР не нарушает требований Циркуляра о непосредственном опробовании схемы АВР путем отключения выключателя рабочего питания и предотвращает несинхронные повторные включения двигателей, что существенно продлевает срок их службы и повышает надежность их работы.

Литература

1. Сивокобыленко В.Ф., Костенко В.И. Влияние режимов пуска и повторных включений двигателей на срок службы изоляции. - Электрические станции, 1975, №7.
2. Сивокобыленко В.Ф. Режимы работы синхронных электродвигателей при кратковременных перерывах питания в схеме собственных нужд. Наладочные и экспериментальные работы ОРГРЭС, вып. XXXV, Энергия, М. - 1968, с.272-277.
3. Эксплуатационный циркуляр № Э-4/66 "Об эксплуатационных проверках АВР на тепловых электростанциях". МЭиЭ СССР, 1966.
4. Сивокобыленко В.Ф., Костенко В.И. Опробование АВР питания собственных нужд на тепловых электростанциях. - Энергетика и электрификация. Эксплуатация и ремонт электрических сетей, 1981, вып. 4.