

ОТЗЫВ

официального оппонента Белозерова Валерия Владимировича
на диссертационную работу Маренич Ольги Константиновны
«Обоснование методов, алгоритмов и структуры технических устройств
управления коммутационными процессами электротехнического комплекса
участка шахты»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами (по отраслям) (технические науки)

Актуальность темы диссертации обусловлена возникшими проблемами при эксплуатации шахтных участковых электротехнических комплексов высокой мощности в электрической сети напряжения 1140 В. Выявленная и повторяющаяся повреждаемость низковольтных автоматических выключателей в процессе отключения коротких замыканий подтвердила наличие технического противоречия - несоответствия их коммутационных возможностей и энергетических параметров возникающего в контактных группах дугообразования. Поэтому эксплуатация нового технологического оборудования на участке шахты требует не только перевода электрической сети на номинальное напряжение более высокого уровня, но и применение специально разработанных, адаптированных к напряжению, превышающему 1000 В силовых коммутационных аппаратов. Такой подход в существующих экономических условиях является достаточно затратным, в связи с чем, исследования и разработки в области ограничения энергетических параметров процессов коммутации силовоточной электрической цепи, для создания облегченных условий эксплуатации низковольтных автоматических выключателей в мощных электрических сетях напряжения 1140 В, имеют научную и практическую актуальность.

Значительное увеличение длин очистных забоев угольных шахт является естественным следствием применения электроприводов высокой мощности, что сопряжено с необходимостью использования длинных кабельных линий, а значит со значительными потерями напряжения. Существующие методы и средства корректировки напряжения основаны на переключении отпаек трансформаторов участковых подстанций вручную. Их эффективность несопоставима с результатами, которые могли бы быть достигнуты при автоматической стабилизации напряжения питания таких удаленных электроприводов с учетом реальных нагрузок и режимов работы, что делает проведение исследований и разработок в этом направлении также актуальными.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Вх. № 16/15
23» 07 20 20 г.

Вполне логично, что соискатель решил объединить оба не связанных между собой проблемных вопроса, приняв в качестве базовой общую идею реализации автоматического управления коммутацией вторичных обмоток трансформатора шахтной участковой трансформаторной подстанции.

Диссертация изложена на 151 странице машинописного текста и состоит из введения, 5 разделов, заключения, списка литературы и 3 приложений. Работа иллюстрирована 65 рисунками, содержит 2 таблицы. Список литературы включает 97 источников.

Во введении (с.5-11) обоснована актуальность, сформулированы цели и задачи исследования. Автором изложены научные положения, выносимые на защиту, сформулированы научные результаты и практическая ценность работы, представлен уровень апробации ее результатов, количество публикаций по теме диссертации и отмечено личное участие автора в публикациях, выполненных в соавторстве.

В первом разделе диссертации «*Состояние вопроса, цель и задачи исследования*» представлены схемы и раскрыты особенности устройства и эксплуатации шахтных участковых электротехнических комплексов (ЭТК), рассмотрены результаты исследований в области создания и совершенствования их основных структурных компонентов, включая силовую коммутационную аппаратуру, средства защиты от коротких замыканий (КЗ), аварийных и опасных состояний, средства автоматизации технологических процессов, а именно:

в подразделе 1.1 (с.12-19) – описаны структура, функции и особенности ЭТК участка шахты;

в подразделе 1.2 (с.19-29) – проанализированы коммутационные процессы отключения при КЗ и факторы воздействия на ресурс автоматического выключателя (АВ);

в подразделе 1.3 (с.29-35) – представлен обзор методов и средств защиты от КЗ;

в подразделе 1.4 (с.35-39) – приведены результаты анализа электропитания удаленных ЭТК;

в подразделе 1.5 (с.39-45) – выполнен сравнительный анализ возможных методов и средств регулируемой коммутации для ЭТК;

в подразделе 1.6 (с.45-48) – изложены принципы и средства автоматизации технологических процессов (АСУТП) и объектов в горной промышленности;

в подразделе 1.7 (с.48-50) – сформулированы выводы по разделу и осуществлена постановка задач исследования.

Во втором разделе диссертации *«Исследование коммутационного плазмообразования, в контексте определения параметров металлизации элементов автоматического выключателя»* анализируется дугообразование при коммутации силовоточной электрической цепи переменного тока как фактор, определяющий процессы металлизации внутренних элементов конструкции автоматического выключателя, с использованием известных теоретических подходов, математических моделей, основных положений теории коммутационного дугообразования, включая классические подходы Отто Майра, а именно:

в подразделе 2.1 (с.51-56) – представлен обзор методов моделирования дугового разряда при отключении силовоточной цепи;

в подразделе 2.2 (с.57-62) – приведены математические модели дугообразования при коммутации силовоточной цепи и описаны процессы плазменной металлизации;

в подразделе 2.3 (с.62-68) – выполнена систематизация энергетических параметров процессов дугообразования в автоматическом выключателе, позволяющая сделать вывод о целесообразности ограничения их продолжительности в 2 раза при КЗ;

в подразделе 2.4 (с.68-72) – обоснован способ, защищенный патентом на изобретение, и разработана схема ограничения энергетических параметров дугообразования, сокращающие на порядок время разъединения при КЗ;

в подразделе 2.5 (с.72-73) – сформулированы выводы по разделу.

В третьем разделе диссертации *«Обоснование технических решений в области управления стабилизацией величины напряжения питания потребителя в сети с высоким уровнем потерь напряжения»* дается обоснование способа автоматической стабилизации величины напряжения питания электропотребителя в сети с высоким уровнем потерь напряжения на основе управляемой коммутации в цепи соединения в трехфазную схему вторичных обмоток трансформатора шахтной участковой трансформаторной подстанции. При этом **за основу взята концептуальная схема, разработанная во втором разделе диссертации**, что позволило автору сделать вывод об универсальности предложенного технического решения, как в контексте реализации задачи ускоренного отключения цепи короткого замыкания на выходе трансформаторной подстанции, так и в контексте осуществления

автоматической стабилизации напряжения электропитания удаленно расположенного потребителя, а именно:

в подразделе 3.1 (с.74-83) – проанализированы варианты управления коммутационным процессом, и на основании гармонического анализа выходных напряжений трансформатора, формируемых в процессе управляемой коммутации его вторичных обмоток показана возможность использования как фазового, так и импульсного способов управления коммутационным процессом применительно к формированию напряжения питания асинхронных двигателей;

в подразделе 3.2 (с.84-88) – разработаны алгоритмы автоматического управления коммутационными процессами в системе энергоснабжения шахты;

в подразделе 3.3 (с.88-89) — сформированы выводы по разделу.

В четвертом разделе диссертации «Экспериментальные исследования процессов при управляемой коммутации обмоток трансформатора, питающего силовое присоединение» описаны постановка и результаты натуральных экспериментов с использованием промышленных силовых электрогенерирующих, коммутационных, защитных, пуско-регулирующих и измерительных устройств, подтверждающие выводы автора, обоснованные теоретически - о возможности, способе и средствах воздействия на энергетические параметры коммутационного дугообразования методом управляемой коммутации в процессе отключения КЗ, включая практическую ценность выявленного автором отказа однополюсного вакуумного выключателя в ходе экспериментов при коммутации при КЗ, а именно:

в подразделе 4.1 (с.90-95) – описан стенд-имитатор и методика экспериментального исследования процессов ограничения энергетических параметров коммутационного дугообразования при отключении КЗ;

в подразделе 4.2 (с.95-104) – приведены результаты эксперимента с контактором А 3792У и с вакуумным контактором SPVC 1-630 и их анализ;

в подразделе 4.3 (с.104-110) – представлены результаты исследований процессов корректирования величины потребляемого напряжения с помощью технических средств предложенной схемы коммутационного устройства ускорения отключения КЗ;

в подразделе 4.4 (с.110-112) - сформированы выводы по разделу.

В пятом разделе диссертации «Техническая реализация результатов исследований» представлены результаты анализа серийных технических средств, позволяющих реализовать разработанные алгоритмы управления и схемные решения, при автоматизации реальной шахты, а именно:

в подразделе 5.1 (с.113-116) – обоснованы условия применения серийных предохранителей в разработанной схеме коммутационного устройства ускорения отключения при КЗ;

в подразделе 5.2 (с.116-125) – описана разработка устройства управления коммутационным процессом в ТП с использованием схемных решений отключения при КЗ, обеспечивающего защиту от неполнофазного электропитания, в т.ч. с расчетом надежности вариантов приведенном в Приложении В (с.148-151);

в подразделе 5.3 (с.125-127) – представлена разработка устройства автоматического импульсного управления стабилизацией напряжения питания удаленного электропотребителя высокой мощности;

в подразделе 5.4 (с.127-128) - сформированы выводы по разделу.

В Заключение (с.129-131) перечислены решения поставленных научных задач и выполненных программно-технических разработок, содержащихся в диссертации, совокупность которых позволили автору достичь поставленных целей исследования.

Текст диссертации изложен последовательно, написан грамотным техническим языком, изложен корректно и лаконично. Иллюстрации достаточно информативны. Все обозначения, используемые в тексте диссертации и, в частности, в формулах имеют пояснения. Диссертация оформлена аккуратно. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

Степень обоснованности научных положений и выводов

Научные положения и выводы, приведенные в диссертационной работе Маренич О.К., являются научно обоснованными. В работе приводятся результаты научного исследования в области коммутационного дуго- плазмообразования в силовоточной цепи переменного тока, применительно к особенностям функционирования низковольтного автоматического выключателя в шахтной участковой электрической сети напряжения 1140 В, для обоснования ограничения энергетических параметров процесса отключения при коротком замыкании, а также в области автоматической стабилизации напряжения питания удаленного электропотребителя (в сети с высоким уровнем потерь) на основе управляемой коммутации вторичных обмоток трансформатора шахтной участковой трансформаторной подстанции.

Автором проведены комплексные теоретические и экспериментальные исследования, что позволило обосновать структуру устройств управления коммутацией вторичных обмоток трансформатора подстанции, алгоритмы и

структуру системы автоматического управления процессом стабилизации напряжения удаленного электропотребителя, позволяющих почти на порядок, в сравнении с существующими средствами защитного отключения, сократить время и последствия коммутационного дугообразования, чем увеличить долговечность и надежность автоматических выключателей подстанции.

Достоверность и новизна научных положений и выводов

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается результатами математического моделирования, теоретически обоснованных выводов и их соответствием результатам натуральных экспериментов, выполненных в электросети высокой мощности с применением промышленного, в.т.ч., рудничного силового электротехнического оборудования, электронных средств управления и цифровых измерительных приборов.

В диссертации обоснован принципиально новый подход к вопросам эксплуатации шахтных ЭТК высокой мощности, основанный на применении управляемой коммутации вторичных обмоток трансформатора участковой подстанции со стабилизацией напряжения электропитания удаленно расположенных электропотребителей высокой мощности, новизна которого защищена патентом на изобретение.

Соответствие диссертации критериям «Положения о присуждении ученых степеней» и паспорту научной специальности

Диссертация Маренич О.К. соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Совета Министров Донецкой Народной Республики №2-13 от 27 февраля 2015 года, а именно:

пункту 2.2 – диссертация является научно-квалификационной, в которой решена научная задача, позволяющая повысить эксплуатационную устойчивость шахтных электротехнических комплексов, путем реализации разработанных методов, алгоритмов и технических средств управления коммутационными процессами в силовой цепи трансформатора комплектной подстанции участка шахты, обеспечивающая стабилизацию напряжения их электропитания и надежность отключения при коротких замыканиях, что имеет важное научно-прикладное значение, для обеспечения эффективной и безаварийной работы высокопроизводительных технологических участков угольных шахт;

пункту 2.3 – диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, представляемые для публичной защиты, и подтверждает личный вклад автора

диссертации в науку;

пункту 2.4 – диссертационная работа содержит два Акта внедрения, в которых подтверждается использование полученных научных результатов в учебном процессе, а технических решений - при проектировании шахтных силовых коммутационных аппаратов и трансформаторных подстанций перспективных серий;

пункту 2.6 – основные научные результаты диссертации опубликованы в 12-ти работах в рецензируемых научных изданиях, включая патент на изобретение;

пункту 2.11.2 – основные научные результаты диссертации опубликованы в 6-ти статьях в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных Министерством образования и науки Донецкой Народной Республики;

пункту 2.13 – в диссертационной работе соискатель ученой степени кандидата технических наук Маренич О.К. ссылается на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов.

Тема и содержание диссертационной работы соискателя Маренич О.К. соответствует паспорту научной специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям) (технические науки), в частности:

- п. 3 «Методология, научные основы и формализованные методы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и производствами (АСУП), а также технической подготовкой производства (АСТПП)»;

- п. 14 «Теоретические основы, методы и алгоритмы диагностирования, (определения работоспособности, поиск неисправностей и прогнозирования) АСУТП, АСУП, АСТПП и др».

- п. 15 «Теоретические основы, методы и алгоритмы интеллектуализации решения прикладных задач при построении АСУ широкого назначения (АСУТП, АСУП, АСТПП и др.).

Замечания и вопросы оппонента по диссертации

1. **Замечание по первому разделу** заключается в том, что в случае переменного тока автору не следовало опираться и ссылаться на закон Пашена (с.28), экспериментальные кривые которого получены на постоянном токе, и которые являются частным случаем количественной теории электрических газовых разрядов Таунсенда, на которой и следовало построить исследование.

2. **Замечание по второму разделу** - при анализе и выборе модели автор опирается на результаты, полученные либо в атмосфере аргона (с.52), либо в

элегазе (с.54), а также на зависимостях Майра (с.56), использующие слишком грубые допущения (постоянство сечения и температуры дуги и т.д.), допуская ошибку (ф.2.12) в оценке $1/e$, в то время как автоматические выключатели «работают» в нормальных атмосферных условиях (азотно-кислородной атмосферы, давления и т.д.), где определяющим параметром является скорость формирования плазменного (лидерного) канала, составляющая для сильноточных режимов 40-55 см/мкс, с температурой до 6000 К, которая нарастает в течение 0,5 мкс, вследствие ионизационно-перегревной неустойчивости, приводящей к контракции разряда [Попов Н.А. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ПЛАЗМЕ СМЕСЕЙ АЗОТА, КИСЛОРОДА И ВОДОРОДА: дис...д-ра физ.-мат. наук – М.: МГУ, 2009.- 348с.].

3. **Замечание по второму разделу** - оппонент считает ошибочным утверждение, что автор использует «теорию теплового взрыва, в частности, закономерности выделения энергии в разряд» (с.55). Теория теплового взрыва Семенова Н.Н. не распространяется на электрические разряды.

4. **Замечание по второму разделу** - оппонент не смог найти докторскую диссертацию И.А. Бершадского «Развитие научных основ и методов создания искробезопасного оборудования для повышения безопасности труда горнорабочих», на которую ссылается автор, чтобы оценить суть модификации метода Майра, использованного автором в «качестве универсального инструмента исследования», в связи с чем, считает, что предположение (с. 57) о температуре процесса в 10000 К не соответствует имеющимся данным, а используемые выражения (2.12-2.17) слишком приближенно описывают процессы коммутационного дугообразования [см. предыдущую ссылку].

Помимо замечаний, изложенных после каждого раздела, оппонент считает необходимым задать автору следующие вопросы:

1. Каковы реальные значения потерь при электропитании удаленных электропотребителей с асинхронными двигателями высокой мощности? Так как таких данных в диссертации нет, то может быть проблема надумана?

2. Каким образом при исследовании процесса коммутационного дугообразования учтены эффекты/условия гашения дуги?

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Маренич Ольги Константиновны выполнена на актуальную тему, является законченной научно-квалификационной работой, которая содержит обоснованные и достоверные научные выводы. Автореферат с достаточной полнотой отражает содержание диссертации.

Диссертация написана автором самостоятельно. Всего по теме диссертации опубликовано 12 работ. Полученные результаты прошли успешную апробацию на международных конференциях, включая конференции в Российской Федерации, в т.ч., мероприятия научного форума Российской Академии наук. Основные научные результаты опубликованы в 6 рецензируемых специализированных научных изданиях, рекомендованных Министерством образования и науки Донецкой Народной Республики и защищены патентом на изобретение.

Приведенные выше критические замечания и вопросы не снижают научной и практической ценности данного диссертационного исследования.

Тема и содержание диссертации соответствуют п.п. 3, 14 и 15 паспорта специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям) (технические науки).

В целом, диссертационная работа Маренич Ольги Константиновны соответствует требованиям п.п. 2.2, 2.3, 2.4, 2.6, 2.11, 2.13 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Совета Министров Донецкой Народной Республики № 2-13 от 27 февраля 2015 года. Автор диссертации «Обоснование методов, алгоритмов и структуры технических устройств управления коммутационными процессами электротехнического комплекса участка шахты» Маренич Ольга Константиновна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям) (технические науки).

Официальный оппонент, профессор кафедры «Автоматизация производственных процессов», ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», пл. Гагарина, д.1, 344003, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация
тел.: +7(863) 273-85-11, e-mail: reception@donstu.ru,

доктор технических наук, доцент

Белозеров В.В.

Я, Белозеров Валерий Владимирович, даю согласие на автоматизированную обработку моих персональных данных

