

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации С. В. Мишуриных «Повышение энергетической эффективности системы «погружной электрический двигатель – электроцентробежный насос» на основе рациональных параметров режимов электротехнологического оборудования нефтяных скважин», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» и состоявшейся в НИТУ «МИСиС» 03.03.2022 г.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» 20.12.2021 г., протокол № 34.

Диссертация выполнена на кафедре «Микропроцессорные средства автоматизации» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, **Петроченков Антон Борисович**, заведующий кафедрой микропроцессорных средств автоматизации ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

Экспертная комиссия утверждена диссертационным советом НИТУ «МИСиС» (протокол № 34 от 20.12.2021 г.) в составе:

1) Председатель **Шевырев Юрий Вадимович** – доктор технических наук, профессор кафедры энергетики и энергоэффективности горной промышленности ФГАОУ ВО «НИТУ МИСиС», доцент.

2) **Бабочкин Геннадий Иванович** – доктор технических наук, профессор кафедры энергетики и энергоэффективности горной промышленности НИТУ «МИСиС», профессор.

3) **Гуляев Игорь Васильевич** – доктор технических наук, профессор кафедры электроники и нанoeлектроники ФГБОУ ВО «Национальный

исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», профессор.

4) **Ершов Михаил Сергеевич** – доктор технических наук, профессор кафедры теоретической электротехники и электрификации нефтяной и газовой промышленности ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина» (национальный исследовательский университет) им. И.М. Губкина, профессор.

5) **Зюзев Анатолий Михайлович** – доктор технических наук, профессор кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», доцент.

В качестве ведущей организации утверждено Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет».

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- обоснованы научные положения и разработана новая методика оптимизации электропотребления системы «погружной электрический двигатель – электроцентробежный насос», позволившая выполнить анализ эффективности частотного регулирования установки электроцентробежного насоса в зависимости от параметров технологического процесса, технологических ограничений и с учетом взаимодействия электротехнического и технологического оборудования;

- предложен подход к повышению энергетической эффективности с интегрированной логистической поддержкой функционирования системы «погружной электрический двигатель – электроцентробежный насос», позволяющий на основе индикативных показателей качественно и

количественно оценить результативность управляющих воздействий на энергоэффективность электротехнологического оборудования;

- изучено взаимодействие гидромеханической и электромеханической подсистем установки электроцентробежного насоса с получением математических зависимостей параметров насоса (КПД), двигателя (ток, коэффициент мощности) от технологических параметров (дебит, буферное давление, плотность добываемой жидкости, динамический уровень), а также параметров электрического режима (напряжение, частота) для определения электропотребления установки электроцентробежного насоса;

- установлено влияние параметров электрического и технологического режимов используемого оборудования на удельное электропотребление установок электроцентробежных насосов, позволяющее оценить результативность частотного регулирования привода насоса и дросселирования скважины для повышения энергетической эффективности нефтедобычи;

- разработана цифровая модель системы «погружной электрический двигатель – электроцентробежный насос» с объектно-ориентированной структурой, учитывающая взаимодействие с аналогичными системами участка механизированной добычи нефтяного месторождения при изменении параметров электрических режимов.

Теоретическая значимость исследований обоснована следующим:

- доказано, что разработанные научные положения и методика оптимизации электропотребления, касающиеся совместного применения частотного регулирования привода насоса и дросселирования скважины, расширяют представление о повышении эффективности функционирования установок электроцентробежных насосов участка механизированной добычи нефтяного месторождения при изменении параметров электрических режимов;

– применительно к проблематике диссертации результативно – с получением обладающих новизной результатов – использованы методы математического, имитационного, физического и компьютерного моделирования элементов электротехнического комплекса нефтяного месторождения;

– установлена оригинальная математическая зависимость требуемой глубины регулирования частоты от параметров технологического процесса при оптимизации электропотребления установкой электроцентробежного насоса;

– установлены технологический и энергетический критерии, на основании совокупности которых дается оценка целесообразности регулирования параметров электрического режима с целью повышения энергетической эффективности процесса добычи нефти;

– изложены принципы построения модели электроцентробежного насоса, позволяющей учесть влияние параметров технологического процесса и электрического режима на характеристику КПД насоса, а также модели погружного электрического двигателя, позволяющей с минимальным набором паспортных данных выполнять оценку электропотребления;

– проведена модификация методики моделирования электропотребления установками электроцентробежных насосов, позволяющая оценивать взаимное влияние электрооборудования нефтяного месторождения.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: модели элементов электротехнического оборудования, модели взаимодействия электромеханической и гидромеханической подсистем установки электроцентробежного насоса, методика оптимизации электропотребления системы «погружной электрический двигатель – электроцентробежный насос», имитационные модели элементов электротехнического комплекса нефтяного месторождения

использованы при проектировании электротехнических комплексов предприятий минерально-сырьевой отрасли и разработке интеллектуальных станций управления и их нормативно-технического обеспечения на предприятиях Пермского края.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- идея, цель и задачи диссертации базируются на анализе и обобщении практических данных о современном состоянии эффективности функционирования установок электроцентробежных насосов нефтяного месторождения;

- использованы современные методики сбора и обработки исходной информации; апробированный математический аппарат теории электротехники, электрических машин, электропривода, оптимизации, центробежных насосов, подобия, моделирования;

- установлена достаточная сходимость теоретических результатов с практическими данными (относительная погрешность расчетов не превышает 10%), полученными при экспериментальном исследовании;

- степень обоснованности результатов диссертационной работы подтверждается успешным опытом их применения на действующих предприятиях;

- достаточную опубликованность и апробацию результатов диссертационной работы.

Личный вклад автора состоит в анализе существующего программно-аппаратного обеспечения, используемого нефтедобывающими компаниями для моделирования и расчета электропотребления установками электроцентробежных насосов; разработке модели электроцентробежного насоса, позволяющей учитывать влияние электрических режимов на параметры механического оборудования; разработке модели погружного асинхронного электродвигателя, позволяющей учитывать изменение коэффициента мощности двигателя при отклонении напряжения двигателя от

номинального; разработке методики оптимизации электропотребления системы «погружной электрический двигатель – электроцентробежный насос»; проведении экспериментальных исследований на физической модели установки электроцентробежного насоса и в условиях промышленной эксплуатации.

Соискатель представил 7 опубликованных работ по теме диссертационного исследования, из них 2 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 2 – в изданиях, индексируемых международной базой Scopus, 1 свидетельство о государственной регистрации базы данных.

Пункт 2.6 Положения о присуждении ученой степени кандидата наук НИТУ «МИСиС» соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Мишуриных С.В. соответствует критериям п.2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ «МИСиС», так как в ней на основании исследований выполнено решение актуальной научно-технической задачи, заключающейся в разработке принципов и методики моделирования электропотребления системы «погружной электрических двигатель – электроцентробежный насос», позволяющих повысить энергетическую эффективность процесса добычи нефти.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Мишуриных С.В. ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Результаты голосования: при проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 5 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за – **5**, против – **нет**, недействительных бюллетеней – **нет**.

Председатель Экспертной комиссии



Шевырëв Юрий Вадимович

03.03.2022