

УДК 621.004.421

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ И ПРОБЛЕМЫ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО МОЛНИЕЗАЩИТЕ И ЗАЗЕМЛЕНИЮ НА ОБЪЕКТАХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Сухачев И.С., Чепур П.В.

*Тюменский государственный нефтегазовый университет, Тюмень,
e-mail: ilya@suhachev.com; chepur@me.com*

Рассмотрена отечественная и зарубежная нормативно-техническая база в области защиты от атмосферных перенапряжений, устройств заземлений зданий, сооружений, технических средств, объектов автоматики и телемеханики, электросвязи. Проанализированы используемые в Российской Федерации при проектировании молниезащиты нормативные документы. Предложена принципиальная схема защитного устройства от перенапряжения, позволяющего значительно снизить кратность перенапряжений и количество отказов, связанных с электропробоем и со снижением сопротивления изоляции погружных электродвигателей в составе УЭЦН. Установлено, что требования нормативных документов в ряде случаев не отвечают применяемым в настоящее время техническим средствам и вновь разработанным принципам, системам и устройствам защиты от перенапряжений. Показано, что для решения проблемы защиты от перенапряжений необходим комплексный подход, подобно ранее разработанной Инструкции Минэнерго СО-153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций», только более усовершенствованный, включающий в себя имеющийся научный и производственный потенциал.

Ключевые слова: молниезащита, заземление, ТЭК, нормативная документация, НТД

GENERAL ISSUES AND CHALLENGES NORMATIVE DOCUMENTATION ON LIGHTNING PROTECTION AND GROUNDING ON OBJECTS OF FUEL AND ENERGY COMPLEX

Sukhachev I.S., Chepur P.V.

Tyumen State Oil and Gas University, Tyumen, e-mail: ilya@suhachev.com, chepur@me.com

Considered domestic and foreign legal and technical basis for the protection against atmospheric overvoltage, grounding devices, buildings, structures, facilities, objects of automation and remote control, telecommunications. Analyzes used in the Russian Federation in the design of lightning protection regulations. A schematic diagram of the security device against overvoltage, can significantly reduce the multiplicity of the surge and the number of failures associated with electric failure and with a reduction in insulation resistance of submersible electric motors as part of the ESP. It has been established that the requirements of regulations in some cases do not meet the currently used technical means and the newly developed principles, systems and overvoltage protection devices. It is shown that the solution to the problem of overvoltage protection requires an integrated approach, like the previously developed instructions Energy CO 153-34.21.122-2003 «Instructions for lightning protection of buildings, structures and industrial communications», only more refined, including the existing scientific and production potential.

Keywords: lightning protection, grounding, energy complex, regulatory documentation, technical documentation

В представляемой работе авторами рассмотрена отечественная и зарубежная нормативно-техническая база в области защиты от атмосферных перенапряжений, устройств заземлений зданий, сооружений, технических средств, объектов автоматики и телемеханики, электросвязи.

Анализ проводился по следующим группам документов:

– стандарты организаций (СТО), руководящие документы (РД), правила и другие документы, разработанные структурами предприятий топливно-энергетического комплекса (ТЭК);

– стандарты Международной электротехнической комиссии (МЭК; англ. International Electrotechnical Commission, IEC);

– корпоративные документы ведущих зарубежных фирм, в том числе сотрудничающих с российскими компаниями;

– инструкции, правила, руководящие документы, нормы технологического проектирования (НТП), типовые материалы проектирования (ТМП), технические решения (ТР), методические указания (МУ), приказы, указания и распоряжения, действующие на территории Российской Федерации.

В Российской Федерации при проектировании молниезащиты в основном используют следующие нормативные документы:

1. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений РД 34.21.122-87.

2. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. СО-153-34.21.122-2003, утвержденная приказом Минэнерго № 280 от 30.06.03 – Совместное действие норматива с РД 34.21.122-87 подтверждено письмом Управления по надзору в электроэнергетике № 10-03-04/182 от 01.12.2004).

3. Стандарт по молниезащите МЭК IEC 62305 – Допускается к использованию на территории РФ, если его требования более жесткие, чем аналогичные требования отечественных нормативов.

4. Отраслевые стандарты предприятий и организаций, которые не должны противоречить национальным нормативам.

Несмотря на большое количество нормативных документов, методик и правил по расчету молниезащиты и заземления, а также самих видов устройств, исследование снижения риска возникновения и уменьшения последствий техногенных катастроф на экологически опасных производственных объектах топливно-энергетического комплекса (ТЭК) остается по-прежнему актуальным не только для энергетиков, но и работников многих других сфер: железнодорожного транспорта, связистов, военных и др.

В нормативном документе РД 34.21.122-87 основной акцент делается на вопросы обеспечения пожаро- и взрывобезопасности, где для каждого типа здания и сооружения определена одна из трёх категорий молниезащиты, отличающихся по степени взрыво- и пожароопасности. Однако учитывая многолетний опыт эксплуатации электрооборудования на отечественных и зарубежных объектах ТЭК, отметим, что в приведённом стандарте не учитываются важные факторы, представляющие большую опасность как для оборудования, так и для обслуживающего персонала: высокочастотные помехи в кабелях при ударе молнии, электромагнитное воздействие молнии, высокое значение тока растекания молнии и др.

В действующих документах не всегда и не в полной мере учитывается, что защищаемые от перенапряжений объекты и системы разных объектов инфраструктуры находятся в постоянной взаимосвязи через заземляющие устройства, источники электропитания, общие токопроводящие коммуникации и могут располагаться в одном служебно-техническом здании в зоне взаимного электромагнитного влияния. Хотя, заземление представляет собой неотъемлемую часть системы молниезащиты. При использовании таких видов заземления, как одиночного заземлителя, контурного заземления и модульно-штыревого заземления, существует ряд нерешенных проблем [1].

При монтаже одиночного заземления невозможно достичь сопротивления заземляющего устройства меньшего, чем обязательное сопротивление, которое в соответствии с требованиями правил устройств электроустановок (ПУЭ) указывается для специальных объектов: промышленные

предприятия, музеи и археологические памятники, средства связи, электростанции, нефтеперерабатывающие предприятия, химический завод и т.д. Для монтажа контурного заземления при достижении требуемого результата необходимо затратить немалое количество заземлителей, с привлечением группы специалистов. Модульно-штыревое заземление имеет ограничение по применению в некоторых видах грунта. Монтаж затруднен в плотных глинистых грунтах и невозможен без применения специальной техники в твердых песчаных и каменистых грунтах, а также в условиях вечной мерзлоты.

Отдельным видом защиты является электролитическое заземление, которое по своему принципу отличается, помимо конструктивного исполнения, использованием минеральных электролитических солей для повышения электропроводности и понижения замерзания грунта вокруг заземлителя. В результате использования такого дополнительного материала происходит засоление грунта и образование зоны талика, которая может представлять опасность для фундамента рядом стоящего здания или дорожного покрытия. Также такой тип заземления неприменим для заповедных и охраняемых территорий.

Существующие стандарты по молниезащите включают три основных способа защиты: отвод тока молнии в грунт, ведь это самый простой и понятный способ, которому уже более 200 лет; экранирование защищаемых объектов; ограничение токов и напряжений, вызванных в электрических цепях оборудования защищаемых объектов. Прогресс не стоит на месте, и с каждым годом появляются все новые способы активного воздействия как на сам канал молнии, так и на грозовое облако, но при внедрении данные системы защиты не находят широкого применения.

Что касается экранирования технических объектов, то этот метод молниезащиты может быть с успехом использован как путем размещения всего защищаемого объекта в цельнометаллическом корпусе (защитном экране), так и его отдельных частей, содержащих электронное, радио- и электротехническое оборудование, слабоустойчивое к внешним мощным импульсным электромагнитным полям, большим импульсным токам и высоким импульсным напряжениям и поэтому особо подвергаемое пагубному воздействию молнии. При этом особое внимание должно уделяться надежному и эффективному заземлению наружных металлических оболочек (брони) вводимых в технический объект и выводимых из него кабелей (электропитания, управления

и связи) и защитных экранов. Как правило, от качества системы заземления элементов защищаемого объекта в значительной мере зависит и эффективность всей системы его молниезащиты.

Меры защиты следует считать эффективными, только если они соответствуют требованиям защиты от нанесения вреда персоналу и физического повреждения здания (сооружения) и требованиям нормативных документов для защиты от отказов внутренних систем.

Методы защиты от молнии и перенапряжений должны быть выбраны на стадии проектирования, чтобы максимально использовать конструктивные элементы служебно-технических зданий для комплексного решения вопросов уравнивания потенциалов и оптимального решения по устройству внешней и внутренней молниезащитной систем.

В настоящее время анализ опыта эксплуатации скважин, оборудованных установками электрических центробежных насосов (УЭЦН), предприятий нефти и газа указывает на низкую надежность погружных электродвигателей (ПЭД), вследствие повреждения его изоляции из-за импульсных всплесков напряжения, вызванных коммутациями электроаппаратов, атмосферными разрядами или др., поэтому их исследование и разработка систем защиты от перенапряжений остается весьма актуальной проблемой [2].

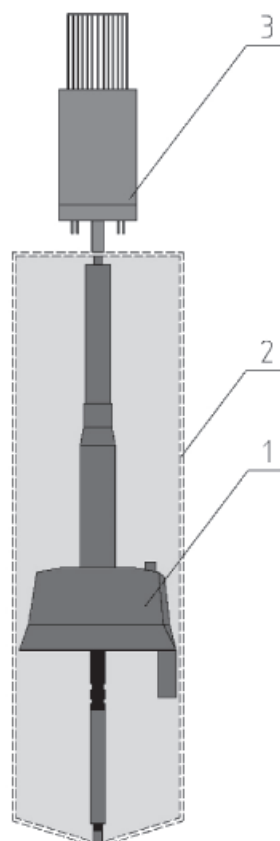
Существующие на данный момент решения для ограничения перенапряжений представлены только в виде наземного оборудования, устанавливаемого на трансформаторных подстанциях или на воздушных линиях, подходящих к станции управления скважин. Такое решение не позволяет ограничивать перенапряжения в изоляции погружных электродвигателей УЭЦН, что приводит к преждевременному выходу их из рабочего состояния. Таким образом, необходимы погружные ограничители перенапряжения (ОПН), которые позволят снизить общие затраты на эксплуатацию скважин (ремонт и расходные материалы, простой оборудования) на величину порядка 5 % [3].

Защитное устройство, представленное на рисунке, целесообразно подключать к присоединения защищаемого объекта, т.к. такое присоединение имеет следующие преимущества:

- обеспечивает защиту изоляции электрооборудования при любой коммутации;
- при включенных выключателях присоединения обеспечивает защиту изоляции всей сети, имеющей небольшую протяженность;

– выключатель присоединения является как бы предохранителем при повреждениях самих защитных аппаратов.

Благодаря применению данного защитного устройства становится возможным значительно снизить кратность перенапряжений и количество отказов, связанных с электропробоем и со снижением сопротивления изоляции погружных электродвигателей в составе УЭЦН.



Внутрискважинный ограничитель перенапряжений, соединенный с погружным электродвигателем:

- 1 – внутрискважинный ограничитель перенапряжений; 2 – корпус внутрискважинного ограничителя перенапряжений; 3 – погружной электродвигатель*

Требования документов не гармонизированы, отдельные положения в разных документах повторяются, а иногда противоречат друг другу или успели устареть. Требования нормативных документов в ряде случаев не отвечают применяемым в настоящее время техническим средствам и вновь разработанным принципам, системам и устройствам защиты от перенапряжений.

Необходим комплексный подход к решению проблемы защиты от перенапряжений, подобно ранее разработанной Инструкции

Минэнерго СО-153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций», только более усовершенствованный, включающий в себя имеющийся научный и производственный потенциал.

Список литературы

1. Копырин В.А., Сухачев И.С. Устройство заземления для вечномёрзлых грунтов // Энергосбережение и инновационные технологии: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых учёных и специалистов. – Тюмень, 2015. – С. 82–83.
2. Сухачев И.С. К вопросу повышения надежности погружного электродвигателя путем ограничения перенапряжений // Энергосбережение и инновационные технологии: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых учёных и специалистов. – Тюмень, 2015. – С. 82–83.
3. Пат. 159922 РФ. Внутрискважинный ограничитель перенапряжений / В.В. Сушков, И.С. Сухачев. – Изобретения. Полезные модели, 2016. – № 5.
4. Сухачев И.С., Чепур П.В. Разработка программного алгоритма эффективной молниезащиты // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11–2. – С. 291–295.
5. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Грученкова А.А. Использование критериев стандарта API-653 для оценки допустимой величины осадки дна резервуаров // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12–7. – С. 1418–1422.
6. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Тарасенко Д.А. Численное моделирование процесса деформирования резервуара при развитии неравномерных осадок // Нефтяное хозяйство. – 2015. – № 4. – С. 88–91.

7. Чирков С.В., Тарасенко А.А., Чепур П.В. Определение оптимального количества тросов поддержки дна при подъеме резервуара // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2014. – № 5. – С. 72–78.

References

1. Kopyrin V.A., Suhachev I.S. Ustrojstvo zazemlenija dlja vechnomerzlyh gruntov // Jenergosberezhenie i innovacionnye tehnologii: sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii studentov, aspirantov, molodyh uchjonyh i specialistov. Tjumen, 2015. pp. 82–83.
2. Suhachev I.S. K voprosu povыshenija nadezhnosti pogruzhnogo jelektrodvigatelja putem ogranichenija perenapryazhenij // Jenergosberezhenie i innovacionnye tehnologii: sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii studentov, aspirantov, molodyh uchjonyh i specialistov. Tjumen, 2015. pp. 82–83.
3. Pat. 159922 RF. Vnutriskvazhinnyj ogranichitel perenapryazhenij / V.V. Sushkov, I.S. Suhachev. Izobretenija. Poleznye modeli, 2016. no. 5.
4. Suhachev I.S., Chepur P.V. Razrabotka programmno algoritma jeffektivnoj molniezashhity // Fundamentalnye issledovanija. 2014. no. 11–2. pp. 291–295.
5. Tarasenko A.A., Chepur P.V., Gruchenkova A.A. Ispol-zovanie kriteriev standarta API-653 dlja ocenki dopustimoj velichiny osadki dnishha rezervuarov // Fundamentalnye issledovanija. 2014. no. 12–7. pp. 1418–1422.
6. Tarasenko A.A., Chepur P.V., Tarasenko D.A. Chislennoe modelirovanie processa deformirovanija rezervuara pri razviti neravnomyh osadok // Neftjanoe hozjajstvo. 2015. no. 4. pp. 88–91.
7. Chirkov S.V., Tarasenko A.A., Chepur P.V. Opredelenie optimalnogo kolichestva trosov podderzhki dnishha pri podeme rezervuara // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Neft i gaz. 2014. no. 5. pp. 72–78.