

Утверждаю:
Главный энергетик
ОАО «Славнефть-ЯНОС»
С.Л.Егоров
«31» / 05 2016г.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ
к комплектным устройствам и электроустановкам до 1000В
для нужд ОАО «Славнефть-ЯНОС».

1. Общие требования

- 1.1. Все технические решения включая оборудование должны быть согласованы с ОАО «Славнефть-ЯНОС» удовлетворять данным требованиям и соответствовать ПУЭ, ГОСТам: ГОСТ 1282-88 (СТ СЭВ 294-84), ГОСТ 8865-93, ГОСТ 11677-85, ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89), ГОСТ 15150-69, ГОСТ 31565-2012, ГОСТ 31996-2012, ГОСТ Р 32144-2013, ГОСТ Р 50571.3-2009 (МЭК 60364.4-41:2005), ГОСТ Р 51317.2.4-2000, ГОСТ Р 51321.1-2007 (МЭК 60439-1:2004), ГОСТ Р 52719-2007, ГОСТ Р 54827-2011, МЭК 60831-1.200, МЭК 60831-2.1995, и т.д.
- 1.2. В случае выявления не соответствия заказной документации и настоящих технических требований, необходимо обратиться за разъяснениями к специалистам Заказчика.
- 1.3. Все предлагаемые к применению конструктивы НКУ должны иметь «опыт» эксплуатации не менее 5 лет.
- 1.4. Все предлагаемое к применению оборудование должно иметь срок эксплуатации не менее 25 лет и гарантийный срок не менее 6 лет, с момента ввода в эксплуатацию.
- 1.5. Минимальный межремонтный интервал для любых видов ТО 3 года и более.
- 1.6. Приемка оборудования осуществляется на предприятии Поставщика/Изготовителя в присутствии представителя Заказчика. На приемку оборудование представляется в состоянии полной монтажной готовности (имея подтверждение ОТК Изготовителя) с возможностью подачи напряжения на силовые цепи и цепи управления для тестирования схемы работы АВР, схем управления отходящих присоединений и цепей сигнализации;
- 1.7. Для отгрузки НКУ разделяется на транспортные секции, с обязательным указанием на каждой наименования секции, порядкового номера секции, массы секции и габаритных размеров. Деление на транспортные секции производится на стадии «С предложением» по формуле: один шкаф - одна транспортная секция. Отличные по размерам секции допускаются по отдельному согласованию с Заказчиком.

2. Требования к комплектности документации

- 2.1. В комплект документации «С предложением» (на стадии тендера) должны входить следующие заверенные производителем (подписанные уполномоченным лицом и парафированные печатью организации) документы на русском языке:
 - 2.1.1. «Технические требования, предъявляемые к комплектным устройствам и электроустановкам до 1000В для нужд ОАО «Славнефть-ЯНОС» (далее ТТ<1000В).
 - 2.1.2. Описание и технические характеристики НКУ (образец см. Приложение №1).
 - 2.1.3. Сертификат таможенного союза.
 - 2.1.4. Заполненные опросные листы с указанием полной маркировки и производителя электрооборудования.
 - 2.1.5. Однолинейная схема НКУ (однолинейная схема опросного листа).
 - 2.1.6. Чертеж общей компоновки всего поставляемого оборудования с размещением в габаритах помещения(ий) ТП, чертежи взаимного расположения силовых трансформаторов, шинопроводов, НКУМ-0,4кВ и т.д.
 - 2.1.7. Габаритные чертежи на каждую позицию (щит, шкаф) оборудования, с обязательным указанием:
 - габаритных размеров щита/шкафа и размеров его транспортных секций;
 - общего количества и веса транспортных секций;
 - горизонтальной проекции оборудования на пол (цоколевка), с указанием мест и

- способа крепления;
- фасадов оборудования с указанием позиций потребителей.
- 2.1.8. Техническая спецификация с полным перечнем составных элементов: силовые трансформаторы, шинопроводы, комплектующие и аппаратура БСК, аппаратура АВР, силовые автоматические выключатели и АВ цепей управления, контакторы, электронные тепловые реле, трансформаторы тока. Типы силовых и контрольных клемм, светосигнальной аппаратуры. В спецификации должно быть указано количество и полная маркировка, основные технические характеристики (номинальный ток, коммутационная способность, класс, тип координации). Спецификация должна быть сформирована для каждого присоединения отдельно, спецификации отдельных фидеров должны быть скомпонованы в панели. Отдельно, должен быть указан тип и производитель силовых втычных контактов для выкатных модулей.
- Форма предоставления спецификации приведена в приложении №2. Документация оформленная в другом формате к рассмотрению не принимается.**
- 2.1.9. Перечень запасных частей и приспособлений для обеспечения пуска и трех лет эксплуатации (требования к ЗИП см. п.11).
- 2.1.10. Письменное подтверждение производителя НКУ (официальное письмо) о полной селективности примененных автоматических выключателей.
- 2.2. В комплект «**Для утверждения**» (на стадии подписания договора) должны входить следующие **заверенные** производителем (подписанные уполномоченным лицом и парафированные печатью организации) документы на русском языке:
- 2.2.1. Документы согласно пп.2.1.2, 2.1.4, 2.1.6, 2.1.7, 2.1.9.
- 2.2.2. Однолинейная схема НКУ, разработанная Изготовителем, с подробным указанием элементов схемы.
- 2.2.3. Подробная техническая спецификация по п.2.1.8, включая конструктивные элементы НКУ.
- 2.3. В комплект «**Для изготовления**» (должен быть согласован с Заказчиком не позднее 6 недель с даты акцепта оферты) должен входить полный пакет конструкторской документации на русском языке (в электронном виде) включающий:
- 2.3.1. Исполнительная конструкторская документация, включая:
- подробная конструкторская документация, отражающая все принятые технические решения в части монтажа оборудования, его компоновки по шкафам и модулям, стыковки шкафов, выкатных модулей, монтажа главных и распределительных шин, цепей вторичной коммутации и т.д.
 - руководство по монтажу и эксплуатации электрооборудования с обязательным указанием объема регламентных работ по обслуживанию оборудования (в т.ч. втычных соединений) либо ссылкой на соответствующий ГОСТ Р;
 - схема принципиальная однолинейная с подробным указанием элементов схемы;
 - принципиальные электрические схемы на все силовое оборудование и вторичные цепи;
 - монтажные электрические схемы на все силовое оборудование и вторичные цепи;
 - техническая спецификация.
- 2.3.2. Принципиальные электрические схемы и схемы подключения на все силовое оборудование и вторичные цепи.
- 2.3.3. Перечни оперативных обозначений для шкафов, ячеек и т.п.
- 2.4. Комплект «**С поставкой оборудования**» должен быть сформирован в бумажном и электронном виде. Для электронного вида таблицы (перечни) должны быть в формате MS Office Excel, остальное в формате PDF (схемы допускаются в формате AutoCAD). В комплект «**С поставкой оборудования**» должен входить полный пакет технической документации на русском языке:
- 2.4.1. Паспорт на НКУ с указанием информации о производителе, технических данных (в т.ч. тепловыделении всего поставляемого оборудования), соответствии оборудования государственным стандартам, сведениях о произведенных испытаниях и проверках ОТК, гарантийных обязательствах).
- 2.4.2. Паспорта (руководства) на комплектующие.

- 2.4.3. Сертификаты в соответствии с техническим регламентом таможенного союза (или их заверенные копии).
- 2.4.4. Сертификаты об утверждении типа средств измерения, свидетельства о поверке (трансформаторов тока, амперметров, вольтметров, счетчиков электрической энергии);
- 2.4.5. Протоколы испытаний НКУ, трансформаторов, шинопроводов и коммутационного оборудования (тепловые реле, контакторы, автоматические выключатели (АВ));
- 2.4.6. Разрешение на применение (при необходимости);
- 2.4.7. Исполнительная конструкторская документация в бумажном виде 4 экземплярах по п.2.3.1.

3. Требования к конструктивному исполнению НКУ.

Общие требования

- 3.1. Степень защиты шкафов согласно ГОСТ 14254-96 – не ниже IP31.
- 3.2. Вид внутреннего разделения отсеков согласно ГОСТ Р 51321.1-2007 – 4b.
- 3.3. Вентиляция НКУ – естественная.
- 3.4. Цвет окраски элементов каркаса, панелей и дверей - светло-серый RAL 7035;
- 3.5. Каркас НКУ должен быть выполнен из профиля холоднокатаного стального листа толщиной не менее 2 мм с цинковым покрытием, предотвращающим коррозию. Двери и съемные панели НКУ из стального листа толщиной не менее 2 мм.
- 3.6. Двери необходимо выполнять на петлях с прижимным замком под спецключ с двойной бородкой 3мм. Монтаж замков должен быть выполнен единообразно (запирание всех замков в одном направлении, состояние заперто/открыто всех замков в одном положении). Не допускается применение конструкций с запиранием дверей метизами.
- 3.7. Обеспечить возможность одностороннего демонтажа любого оборудования и токоведущих частей, т.е. крепление должно быть выполнено на шпильках с резьбой в «теле» ячейки или с использованием других аналогичных технических решений.
- 3.8. На оборудовании двухстороннего обслуживания предусмотреть дверцы с тыльной (задней) стороны шкафов.
- 3.9. Изоляционные материалы, клеммников, аппаратуры и кабельных конструкций, должны удовлетворять требованиям нераспространения горения (самозатухания) и иметь пониженную дымность. Указанные свойства материалов должны быть подтверждены сертификатами. Применяемые кабели и провода должны быть изготовлены в соответствии с ГОСТ 31565-2012, ГОСТ 31996-2012 и иметь исполнение не ниже «нг(А)-LS».
- 3.10. Материал токоведущих частей НКУ – электростехническая медь.
- 3.11. Изоляцию фаз распределительных и сборных шин друг от друга, места соединений и подключений к изоляторам выполнить специализированными, сертифицированными материалами. Тип материала согласовать с заказчиком.
- 3.12. Цветовая маркировка токоведущих частей согласно п.1.1.29 ПУЭ (Ж, З, К). При этом маркировка главных цепей выполняется с применением цветной термоусадочной трубки или аналогичных решений, а маркировка вспомогательных цепей (токовых цепей, цепей напряжения и т.п.) выполняется с применением цветной изоляции монтажных проводов.
- 3.13. НКУ должно быть оснащено цоколем не менее 100мм.
- 3.14. Расположение сборных шин – горизонтальное в отдельном отсеке в верхней части шкафов. Доступ к шинам через съемные люки, панели.
- 3.15. Все болтовые соединения магистральных и распределительных шин выполнить с применением тарельчатых шайб. При этом обязательна маркировка затянутого положения болтового соединения в виде четкой риски шириной не более 2мм, проходящей через подвижные и неподвижные элементы соединения.
- 3.16. Шинные отсеки выполняются не требующими обслуживания на весь срок эксплуатации, что должно быть подтверждено документально.
- 3.17. Для сброса избыточного давления, возникающего при появлении дуги в шинных отсеках НКУ, должны предусматриваться специальные клапаны.
- 3.18. Необходимо предусмотреть специальные места для возможности безопасного и удобного наложения переносных заземлений на шины секций 0,4кВ, с маркировкой таких мест на фасаде соответствующих шкафов;
- 3.19. Не допускается совместное размещение в одном шкафу вводного (секционного) выключателя и отходящих присоединений.

- 3.20. Не зависимо от номинальных параметров, автоматические выключатели ВАВ и САВ (КТП и ЩСУ) должны быть выполнены в выкатном исполнении (автомат + корзина) втычное и стационарное исполнение не допускается.
- 3.21. Расположение аппаратуры внутри шкафа должно обеспечивать следующие возможности без снятия напряжения:
- возможность визуального осмотра полного объема информации о состоянии всей аппаратуры и устройств шкафа, удобный доступ к ним;
 - возможность безопасного подключения интерфейсных устройств для настройки, тестирования и проверки электронных компонентов НКУ (при наличии интерфейсных разъемов);
 - возможность тепловизионного осмотра пускорегулирующей, коммутационной, защитной аппаратуры;
- 3.22. Выбранное оборудование должно обеспечивать селективную работу защит АВ, селективность должна быть подтверждена протоколами, графиками характеристик срабатывания АВ;
- 3.23. Выбранные силовые автоматические выключатели (АВ) и **выключатели цепей управления** должны соответствовать требованиям НТД и устойчивы к токам короткого замыкания в максимальных режимах. Минимальная отключающая способность:
- для КТП до 630 кВА – 25000А,
 - для КТП 1000 кВА – 30000А,
 - для КТП 1250 кВА – 36000А,
 - для КТП 1600 кВА – 40000А,
- 3.24. Коммутационные аппараты должны соответствовать требованиям международных стандартов МЭК 60947-1(2,3,4). Согласована к применению коммутационная аппаратура производства фирм: «ABB», «Siemens», «Schneider Electric».
- 3.25. При выборе коммутационной аппаратуры НКУМ, для обеспечения конструктивного сопряжения аппаратуры необходимо выбирать одного производителя для всего комплекта оборудования.
- 3.26. Защита от поражения электрическим током должна обеспечиваться согласно ГОСТ Р 50571.3-2009 (МЭК 60364.4-41:2005) и ГОСТ Р 51321.1-2007 (МЭК 60439-1:2004). Должны быть приняты меры, предусмотренные для защиты персонала от поражения электрическим током.
- 3.27. Обеспечить уровень электромагнитной совместимости не ниже класса 2 по ГОСТ Р 51317.2.4-2000;
- 3.28. Световая сигнализация РУ должна организовываться с использованием светодиодных ламп:
- красная светодиодная лампа – включенное состояние коммутационного аппарата;
 - зеленая светодиодная лампа – отключенное состояние коммутационного аппарата;
 - желтая светодиодная лампа – срабатывание предупредительной (аварийной) сигнализации.
- Сигнализация работы двигательных фидеров – по состоянию пускателя (контактора).
Сигнализация распределительных фидеров с одним силовым автоматическим выключателем – по состоянию выключателя.
- 3.29. Напряжение цепей сигнализации необходимо выполнить 24VAC.
- 3.30. Сечение проводов вспомогательных цепей:
- для токовых цепей и межшкафных цепей не менее $2,5\text{мм}^2$,
 - для остальных вторичных цепей не менее $1,5\text{мм}^2$.
- 3.31. Обязательным является требование двойной изоляции между главными/вспомогательными цепями и токопроводящими элементами конструктива. Пояснение: При жесткой прокладке, исключающей касание корпусных частей допускается одинарная изоляция проводов(шин), при возможности касания проводами корпусных частей необходим второй слой изоляции, которым может быть изолированный короб, бандаж, изоляционные пластины, канты и т.п.
- 3.32. Все провода, прокладываемые в шинных отсеках, должны иметь дополнительную (двойную) защитную изоляцию из стекловолокна.

- 3.33. При укладке проводов вторичных цепей в пучки применять меры механической защиты в виде спирального бандажа, полимерного чулка или изолированного кабельного короба.
- 3.34. Прокладку изолированных проводов следует выполнять в предусмотренных местах (вне шинных отсеков) таким образом, чтобы они не касались токоведущих частей главных цепей и кромок конструкции НКУ. Кромки конструкции должны быть оснащены изоляционным кантом. Радиусы изгиба проводов должны быть не менее нормированных значений. Трассировка проводов не должна препятствовать монтажу и демонтажу аппаратов.
- 3.35. При монтаже аппаратуры, оснащенной штатными проводами, соединение указанных проводов с остальными вспомогательными цепями производить через клеммники для возможности «горячей» замены.
- 3.36. Коммутацию межшкафных связей выполнить через разъемные клеммники, располагаемые вне зон прокладки (крепления) силовых кабелей в верхней части шкафа в специальном отсеке.
- 3.37. Шлейфы межшкафных связей и связей с ШВК поставляются в готовом для подключения виде, оснащенные разъемными штекерами типа ZP (Weidmuller) или аналогичными для разъемных клеммников.
- 3.38. Клеммы для подключения проводов цепей управления и сигнализации необходимо применять подпружиненные, самозажимные с креплением на профиль OMEGA 3(F) производства Weidmuller, Wago или аналоги.
- 3.39. При организации электрической связи от силового трансформатора до НКУМ, разделение PEN-проводника на PE и N проводники должно быть выполнено до защитно-коммутационного аппарата ввода. PEN-проводник (до ввода) должен быть подсоединен к зажиму или шине нулевого защитного PE-проводника НКУМ. Если в PEN-проводнике, соединяющем нейтраль трансформатора с шиной PEN распределительного устройства установлен трансформатор тока, то заземляющий проводник должен быть присоединен не к нейтрали трансформатора, а непосредственно к PEN-проводнику сразу же за трансформатором тока. В этом случае разделение PEN-проводника на PE- и N-проводники должно быть выполнено также сразу же за трансформатором тока.
- 3.40. Конструкция НКУ должна предусматривать наличие магистральных и подключенных к ним распределительных шин в каждом шкафу. Присоединения отходящих присоединений одного шкафа к распределительным шинам соседнего шкафа или к магистральным шинам не допустимо.
- 3.41. В составе НКУМ необходимо конструктивно предусматривать необходимые присоединительные комплекты для надежного и безопасного, в отношении изломов и прикосновений, присоединения кабелей.
- 3.42. Подключение силовых кабелей отходящих присоединений выполняется в индивидуальных блоках в кабельном отсеке или с применением изолирующих гофрированных трубок типа «bellows». При выводе силовой цепи в кабельный отсек проводами применить клеммники с зажимом под винт без наконечника. При выводе силовой цепи в кабельный отсек шинами применить клеммы типа Fibus или аналогичные. При этом предусмотреть опорные изоляторы для фиксации шинных выводов, а также применить изолирующие пластины для исключения касания токоведущих частей о корпусную часть кабельного отсека. необходимо
- 3.43. В месте ввода кабелей в НКУ должны быть предусмотрены сальниковые, мембранные уплотнения, или им подобные.
- 3.44. Для крепления силовых кабельных линий предусмотреть узлы крепления кабелей заводского изготовления для исключения возможности перемещения их под собственным весом.
- 3.45. Маркировка всей аппаратуры должна совпадать со значениями, указанными в документации. Надписи на приборах, средствах измерения и сигнализации, защитных шторках и т.д. выполняются на русском языке. Все оперативные надписи и места их расположения должны быть согласованы с Заказчиком.
- 3.46. На фасад щитов НКУ краской должна быть нанесена мнемосхема.
- 3.47. Не допускать наличия острых (режущих) кромок на элементах НКУ.
- 3.48. Во всем неоговоренном НКУ должны соответствовать ГОСТ Р 51321.1-2007.
- 3.49. В состав НКУ должны входить шкафы выходных клеммников (ШВК) по одному на каждую секцию, для организации внешних связей между конкретными присоединениями (схема управления) и АСУ ТП (в т.ч. полевыми устройствами).

3.50. Конструкция НКУ должна предусматривать в отдельном коробе/отсеке прокладку шлейфов от конкретных присоединений до шкафов ШВК. Шлейфы поставляются в готовом в соответствии с п.3.36. Монтаж клеммников и проводов выполнить с обязательным разделением по потенциалам напряжения.

3.51. Требования к конструктиву в модульном выкатном исполнении.

3.51.1. Конструктивное исполнение отходящих присоединений – модульные ячейки, выкатного типа с втычными входящими и отходящими разъемами.

3.51.2. Минимальный размер модуля отходящего присоединения по высоте – 8Е (200мм). По ширине отсек выполняется полноразмерным, применение «половинок» и «четвертинок» не допустимо.

3.51.3. Аппаратура в модуле монтируется в стационарном исполнении.

3.51.4. Втычные губки входящих разъемов модулей должны входить в распределительные шины напрямую без применения дополнительных контактных узлов на шинах.

3.51.5. Силовые втычные контакты выдвижного модуля каждого отходящего присоединения необходимо выбирать на одну ступень выше номинального тока силового автоматического выключателя модуля.

3.51.6. Обязательна возможность перегруппировки и объединения модулей без демонтажа шкафов и шин.

3.51.7. Обязательны четыре фиксированных положения модуля – «вкато», «тест», «выкато», «ремонт»

— в положении «вкато» (ячейка вкато в силовой отсек) - главные и вспомогательные цепи замкнуты;

— в положении «тест» – силовые втычные контакты разомкнуты, вспомогательные цепи замкнуты. Данное положение подразумевает под собой полную работоспособность схемы управления без возможности появления напряжения в первичной (силовой) цепи.

— в положении «выкато» – силовые и контрольные цепи разомкнуты. При этом вкато ячейки в отсек и извлечение ячейки из отсека возможно только при снятии с механического фиксатора.

— В положении «ремонт» - силовые цепи разомкнуты, ячейка находится вне отсека на ремонтной тележке, вспомогательные цепи замкнуты через сервисный удлинитель

Обязательно наличие блокировки на перемещение модуля в отсеке при включенном состоянии силового автоматического выключателя.

3.52. Требования к конструктиву в «стационарном» исполнении

3.52.1. К данному исполнению могут относиться только распределительные фидера, имеющие в своем составе один коммутационный аппарат – автоматический выключатель (фидерная схема).

3.52.2. Конструктивное исполнение отходящих присоединений - отсек аппаратуры со «стационарной» установкой аппаратуры на съемной монтажной панели.

3.52.3. Конструктивное исполнение автоматических выключателей втычное или выкатное.

3.52.4. Минимальная высота аппаратного отсека отходящего присоединения – 8Е (200мм). По ширине отсек выполняется полноразмерным без разделения на части. Глубина установки монтажной панели в аппаратном отсеке должна выбираться минимально допустимой.

3.52.5. Подключение выключателя от распределительных шин должно быть выполнено гибкими изолированными шинами с двойной изоляцией от токопроводящих частей конструктива. Вывод главных цепей для подключения отходящих кабелей выполняется в кабельный отсек.

4. Требования к отходящим присоединениям.

4.1. Применить типовые для ОАО «Славнефть-ЯНОС» схемы управления асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором с управлением по месту установки двигателя с кнопочного поста (Приложение №3) или схему управления электродвигателем с короткозамкнутым ротором с механической защелкой контактора (Приложение №4) в

соответствии с заказной документацией. В схеме управления обязательно наличие аварийного NC-блок-контакта силового выключателя для корректной работы схемы. При необходимости реализации режима самозапуска электродвигателя подключение реле самозапуска выполнить в соответствии со схемой (Приложение №3). Технические требования к устройствам самозапуска электродвигателей приведены в Приложении №5.

- 4.2. Выбор силового автоматического выключателя и токоведущих частей должен производиться с запасом 20% от номинального тока присоединения.
- 4.3. Категория применения контакторов, применяемых в цепях электродвигателей с короткозамкнутым ротором, должна быть не ниже АС-3. Координация контактора с устройствами защиты от КЗ должна быть по типу 2; диапазон напряжения управления контакторов должен быть в пределах 100 – 250 В 50 Гц. Номинал контактора должен быть принят на одну ступень выше или выбран с не менее 20% запасом по току.
- 4.4. Применение тепловых реле до 100А необходимо предусмотреть прямого включения, выше 100А через трансформаторы тока;
- 4.5. Для защиты электродвигателей необходимо применять только электронные тепловые реле (ЭТР) с возможностью переключения класса срабатывания 10 или 20. Класс срабатывания 30 применяется для отдельных агрегатов и дополнительно согласовывается с Заказчиком. ЭТР должны иметь в функционале ручной взвод, кнопку «Тест», наличие блок контактов «NO» и «NC». ЭТР не должны содержать в себе несколько функций защит.
- 4.6. Для защиты всех отходящих линий необходимо применять АВ с электронными расцепителями и набором защит типа LSI, в которых имеются функции вывода отдельных защит. Не допускается применение совмещенных аппаратов защиты двигателя. АВ в обязательном порядке должны иметь и токовую отсечку, и защиту от перегрузки. Автоматический выключатель должен иметь регулируемый диапазон уставок: $L=0,4\div 1\cdot I_{ном}$, $I=1\div 10\cdot I_n$. На номинальные токи менее 16А. допускается применение комбинированных расцепителей по отдельному согласованию с Заказчиком.
- 4.7. Исключить при выборе автоматических выключателей энергетически зависимые от тока КЗ АВ.
- 4.8. Автоматические выключатели отходящих линий должны быть полностью селективны с вышестоящими АВ.
- 4.9. При проектировании отходящих линий 0,4кВ для обеспечения конструктивного сопряжения аппаратуры необходимо выбирать одну серию, одного производителя для всего комплекта аппаратуры под конкретное присоединение.
- 4.10. В случае необходимости реализации функции самозапуска, данная функция должна быть выполнена на реле МД5 производства ООО «СибСпецПроект» или аналогичных устройствах (требования к устройствам с функцией самозапуска представлены в Приложении №5).
- 4.11. Питание цепей управления организуется для каждого присоединения отдельно, подключение АВ цепей управления шлейфом не допускается. Предусмотреть равномерное распределение АВ цепей управления присоединений по фазам А, В, С. Одна фаза на один шкаф. Подключение к нескольким фазам в одном шкафу допускается только при раздельной разводке проводов разноименных фаз. Совместная прокладка таких проводов не допускается.
- 4.12. Расположение АВ цепей управления отходящих присоединений необходимо выполнить в верхней части колонны в специальном отсеке. Проводник подключается к шине с помощью шинного зажима (клипсы) и идет на АВ питания цепей управления модуля отходящей линии.
- 4.13. АВ цепей управления должны быть устойчивы к токам короткого замыкания. Токи указаны в п. 3.23.
- 4.14. Количество проводов в жгутах связи между втычным клеммником вспомогательных цепей выкатного модуля и клеммником в кабельном отсеке должно быть равным количеству выводов втычного разъема вне зависимости от процента использования.
- 4.15. Для соединения вторичных цепей в кабельном отсеке применить клеммники с пружинными самозажимными клеммами с креплением на профиль OMEGA 3(F) производства Weidmuller, Wago или аналоги. Выбор количества и типа клемм (2,3,4-выводные) производить исходя из возможности подключения двух внешних проводов на один узел цепи. При этом подключение выполняется по принципу «один провод – одно гнездо(вывод) клеммы».
- 4.16. Обязательным является требование попозиционного разделения клеммников вторичных

цепей с нанесением оперативного обозначения конкретного присоединения. Разделение возможно изоляционными перегородками или аналогичными решениями.

5. Требования к схемам вторичной коммутации, устройствам защиты и автоматики вводных автоматических выключателей (ВАВ) и секционных автоматических выключателей (САВ) и ЩСУ.

- 5.1. Применить типовую схему управления защиты и сигнализации ВАВ и САВ 0,4 кВ, представленную в Приложении №6. Оборудование, используемое для данной принципиальной схемы необходимо применять согласно указанной спецификации. Применение реле других типов возможно только при полной аналогии функций. Предлагаемые аналоги реле необходимо согласовать со специалистами Заказчика;
- 5.2. Переключатель АВР должен быть один и устанавливаться на двери релейного отсека САВ;
- 5.3. Недопустимо применение в схеме:
 - 5.3.1. «Сложных» реле, содержащих в себе одновременно функции контроля напряжения и выдержки времени, функции реле минимального и максимального напряжения. Данные реле ложно работают при полном исчезновении оперативного питания, либо не имеют возможности вывода не используемых функций;
 - 5.3.2. Промежуточные реле и реле времени с напряжением срабатывания ниже 0,8 $U_{ном}$ оперативного питания схемы управления;
- 5.4. Работоспособность реле контроля напряжения должна обеспечиваться от 0 вольт и во всем контролируемом диапазоне. Возможность регулирования напряжения срабатывания от 40 до 100 процентов от номинального. Время срабатывания реле должно быть минимальным, не более 0,1с;
- 5.5. Обеспечить минимальное время срабатывания устройства АВР по оперативному току. Данная схема должна содержать одно быстродействующее промежуточное реле или контактор на номинальный ток контактной группы не менее 16А;
- 5.6. Элементы схемы, относящиеся к присоединению ВАВ и САВ (клеммы, реле, БКТ, ключи, переключатели, лампы сигнализации) необходимо располагать только в релейном отсеке данного присоединения, либо на его двери. Не допускается размещение реле разных присоединений в одном релейном отсеке;
- 5.7. Релейные отсеки вводного и секционного выключателей должны быть изолированными от шин и отсека с выключателями. Расположение релейных отсеков должно быть на уровне 1,5м или выше;
- 5.8. Необходимо установить штепсельную розетку на 16А (220В) и лампу освещения для каждого релейного отсека ВАВ и САВ;
- 5.9. В схеме с двумя вводами применение интеллектуальных микропроцессорных реле не допустимо.
- 5.10. Для организации токовых цепей и цепей напряжения, необходимо:
 - 5.10.1. использовать специальные разъемные измерительные клеммы типа weidmuller WTL6/1/STB для соединения токовых цепей и цепей напряжения;
 - 5.10.2. цепи трансформаторов тока должны выводиться на клеммник и только после клеммника со стороны нагрузки собираться в звезду и заземляться через разъемную измерительную клемму;
 - 5.10.3. исключить применение в токовых цепях зажимы типа «faston»;
 - 5.10.4. цвет провода цепей тока и напряжения применить согласно п.1.1.29 ПУЭ (Ж, З, К);
 - 5.10.5. трансформаторы тока нужно устанавливать на ошиновку ввода до выключателя.
- 5.11. Тип ВАВ и САВ необходимо согласовать с заказчиком. АВ должны удовлетворять следующим требованиям:
 - 5.11.1. для взаимозаменяемости выключателей ВАВ и САВ необходимо выполнить однотипными на один номинал;
 - 5.11.2. включение и отключение АВ в момент работы АВР должно происходить от электромагнитов управления, а не моторным приводом;
 - 5.11.3. отключение АВ от электромагнита управления не должно приводить к ложному срабатыванию контакта «Срабатывание расцепителя»;

- 5.11.4. в блоке электронного максимального расцепителя (МР) должна быть предусмотрена техническая возможность плавной или ступенчатой регулировки номинального и рабочего тока, а также возможность ввода или вывода любой из установленных в МР защит;
- 5.11.5. отключение ВАР или САВ от МР должно происходить с действием на независимый расцепитель и сигнализирующий контакт «Срабатывание расцепителя», используемый в схеме блокировки АВР;
- 5.11.6. отключающая способность ВАР и САВ должна сохраняться при потере оперативного питания МР;
- 5.11.7. собственное время включения САВ не должно превышать 0,1 секунды;
- 5.11.8. селективность АВ должна обеспечиваться только уставками выставленными на расцепителе и не зависеть от механических свойств самого АВ. Исключить при выборе автоматических выключателей энергетически зависимые от тока КЗ АВ.
- 5.12. При применении схемы электроснабжения ИЦСУ с тремя вводами 0,4кВ и более, возможно применение интеллектуальных микропроцессорных реле (типа «Easy», либо его аналог). Логика устройства должна соответствовать типовой логике, представленной в Приложении №7:
- 5.13. При применении интеллектуальных микропроцессорных реле в схеме с тремя вводами необходимо выполнить условия:
- 5.13.1. Тип и логику работы реле, принципиальные схемы защит, управления и автоматики необходимо предварительно согласовать с заказчиком;
- 5.13.2. Реле не должно ложно срабатывать при подаче и снятии оперативного питания;
- 5.13.3. Реле должно быть устойчиво к электромагнитным помехам и не срабатывать ложно;
- 5.13.4. Напряжение срабатывания дискретных входов устройства должно быть не менее $0,8U_{ном}$ оперативного питания;
- 5.13.5. необходимо обеспечить выполнение условий п.п.5.2÷5.11;
- 5.14. Трансформаторы тока должны быть с вторичным током 5А.
- 5.15. При проектировании и выборе нового оборудования РУ-0,4кВ на вводах 0,4кВ использовать регистраторы качества электроэнергии (например, SATEC PM175; LUMEL ND1, SICAM P) в качестве приборов указывающих напряжения, токи, мощности и т.п. так же предназначенные для углубленного анализа параметров качества электроэнергии, в соответствии с ГОСТ Р 32144-2013, и событий в следующем объеме:
- Установившееся отклонение напряжения в режимах наибольшей, наименьшей и суточной нагрузки.
 - Искажение синусоидальности кривой напряжения.
 - Коэффициент n-ой гармонической составляющей напряжения.
 - Не симметрия напряжений по обратной и нулевой последовательности.
 - Отклонение частоты.
 - Размах изменения напряжения и доза фликера.
 - Провалы напряжения. Импульсное напряжение и временные перенапряжения.
 - Слежение за качеством энергии (сбор данных).
 - Измерение нагрузки, оптимизация сети.
 - Контроль затухания, провалов, асимметрии сети.
 - Анализатор параметров трехфазной сети.
 - Регистратор/архиватор.
 - Осциллографирование событий.
 - Возможность удаленного мониторинга и сбора данных.

6. Требования к системам частотно-регулируемого привода и плавного пуска электродвигателей

- 6.1. Схемы управления электродвигателями, оснащенные преобразователями частоты должны обеспечивать работу ЭД, как от преобразователя частоты, так и в режиме «байпас», режим самозапуска ЭД. Схема управления ЭД с ПЧ должна содержать сигнализацию состояния: «ПЧ Работа», «Авария» и «Работа Байпас», вывод в АСУТП показаний рабочей частоты ЭД и, при необходимости, таких параметров, как ток ЭД, частота вращения (об/мин), показания рабочей температуры ПЧ и другие необходимые параметры. Кроме того должна быть

обеспечена возможность вывода в АСУТП предупредительной предаварийной сигнализации ПЧ, такой как предупреждение перегрева ПЧ, и другие предупредительные сигналы, предусмотренные для ПЧ.

- 6.2. Схемы управления ЭД, оснащенные ПЧ или УПП должны соответствовать типовым схемам, принятым на ОАО «Славнефть-ЯНОС» (Приложения №8 и №9).
- 6.3. Оборудование и материалы, входящие в состав создаваемых автоматизированных систем частотно-регулируемого привода и плавного пуска (АС ЧРП и ПП), должны быть сертифицированными завершенными, серийно выпускаемыми изделиями. Все применяемое оборудование и материалы (их тип, производитель, характеристики) должны быть согласованы со специалистами ОАО «Славнефть-ЯНОС».
- 6.4. Согласованные к применению ПЧ производства компаний ABB или DANFOSS.
- 6.5. Выбор пускорегулирующей, защитной аппаратуры, номиналов ПЧ и УПП должен производиться с запасом 20% от номинального тока двигателя. Защитная аппаратура должна иметь возможность регулировки для настройки на конкретный электродвигатель.
- 6.6. Коммутационные шкафы должны иметь необходимое техническое оснащение с целью обеспечения внутри них температурного диапазона, требуемого для нормальной работы установленных внутри них ПЧ или устройств плавного пуска (УПП) и остального оборудования. Выбранные производителем вентиляторы принудительного охлаждения шкафов (их тип, производительность) должны подтверждаться тепловым расчетом.
- 6.7. При создании АС ЧРП и ПП должны устанавливаться коммутационные аппараты (рубильники, выключатели нагрузки, отключаемые предохранители и т.п.) для создания видимого разрыва электрической цепи, необходимого для проведения ремонтных работ на электродвигателях в соответствии со схемой.
- 6.8. Для защиты ПЧ и УПП на их входе необходимо устанавливать вводные разъединители с быстродействующими предохранителями.
- 6.9. Гарантийный срок АС ЧРП и ПП не должен быть менее 6 лет.
- 6.10. Нарботка на отказ АС ЧРП и ПП, подтвержденная производителем, должна быть не менее 20 000 часов.
- 6.11. Срок службы АС ЧРП и ПП должен быть не менее 15 лет.
- 6.12. ПЧ и УПП должны быть оснащены встроенными фильтрами высокочастотных радиопомех (ЕМС/RFI-фильтры).
- 6.13. ЧРП должны иметь встроенные сетевые дроссели для снижения уровня гармонических искажений тока в питающей сети (допускается наличие дросселей в шине постоянного тока)
- 6.14. Производитель преобразователя должен предоставить руководство по монтажу ПЧ и УПП, а также по подключению силовых и контрольных кабелей для обеспечения ЭМС.
- 6.15. При создании АС ЧРП необходимо учитывать необходимость оснащения ПЧ выходными du/dt или синусными фильтрами. Целесообразность применения и выбор фильтров обусловлены типом применяемых кабелей, их длиной, исполнением двигателя по изоляции, изоляции подшипников, а также от рекомендаций производителей ПЧ.
- 6.16. АС УПП должна быть обеспечена обходным байпасным контактором, который может включаться в автоматическом и ручном режиме.
- 6.17. УПП должен обеспечивать корректную работу с обходным контактором, при включении которого УПП должен выполнять функции измерений, защиты и контроля электродвигателя.
- 6.18. Устройства напольного исполнения или монтируемые в непосредственной близости с коммутационным шкафом должны иметь степень защиты корпуса не менее степени защиты коммутационного шкафа.
- 6.19. ПЧ и УПП должны работать при температуре воздуха от -10 (без замерзания) до +40 °С и влажности до 90% с заявленной номинальной выходной мощностью.
- 6.20. В шкафах АС ЧРП и ПП должен быть предусмотрен антиконденсатный обогрев.
- 6.21. Должна быть предусмотрена возможность подключения компьютера для настройки, параметрирования и считывания рабочих характеристик без применения специализированных устройств сопряжения.
- 6.22. Необходимо наличие свободно распространяемого программного обеспечения для настройки, параметрирования и считывания рабочих характеристик ПЧ и УПП.
- 6.23. Выходной ток ПЧ и УПП должен измеряться по всем трем фазам для обеспечения защитных

функций во время пуска и во время нормальных условий работы и обеспечивать следующие виды защит с возможностью настройки и вывода любой из них:

- защита от междупазного короткого замыкания;
- защита от замыкания на землю;
- защита от обрыва фазы.
- сверхток;
- повышенное напряжение;
- контроль входных и выходных фаз;
- защита от перегрева/переохлаждения;
- заклинивание ЭД;
- перегрев ЭД;
- недогрузка ЭД;
- отказ вентилятора охлаждения;
- обрыв связи.

6.24. ПЧ должны обеспечивать возможность автоматического повторного включения двигателя со сбросом избранных отказов ПЧ

6.25. Архитектура ПЧ и УПП должна быть выполнена по модульному принципу построения. Клеммники цепей управления должны быть съёмными без отсоединения от кабелей системы управления для быстрой замены устройства. Должна быть обеспечена взаимозаменяемость узлов, элементов и модулей преобразователей одного габарита без необходимости при этом «прошивки», калибровки и настройки его отдельных частей и необходимости применения специализированного сервисного оборудования или программного обеспечения (ПО).

6.26. Для целей проведения оперативного крупномодульного ремонта, ЧРП мощностью свыше 500 кВт должны иметь выкатную конструкцию инверторных и выпрямительных модулей.

6.27. ПЧ и УПП должны быть оснащены локальными панелями управления с русифицированным интерфейсом, на которых должны быть расположены следующие органы управления (минимальный набор):

- кнопка пуска двигателя;
- кнопка остановки двигателя;
- кнопка сброса (квитирования) аварии (ошибки);
- кнопки навигации по меню;
- программируемые функциональные кнопки;
- ж/к дисплей для отображения рабочих параметров ПЧ и УПП и его настройки.

6.28. Локальная панель должна быть съёмной и обеспечивать:

- возможность «горячей» замены;
- записи/считывания параметров;
- установки на расстоянии до 2х метров от преобразователя частоты. Для случаев установки на поверхность корпуса со степенью защиты IP54 панель управления должна иметь класс защиты не ниже IP54;
- Стандартно устанавливается на дверь шкафа, другие варианты требуют дополнительного согласования с заказчиком.

6.29. В ПЧ и УПП должны быть реализованы следующие функции:

- регулируемый автоматический разгон/торможение двигателя;
- возможность регулировки временных характеристик (рамп) разгона и торможения с целью предотвращения ложных срабатываний защиты;
- возможность выбора регулировочных характеристик (линейная, квадратичная, настраиваемая);
- возможность подключения датчика температуры двигателя;
- счётчики времени работы ПЧ и УПП, счетчик времени работы двигателя;
- настраиваемый автоматический повторный пуск двигателя;
- исключение динамических перегрузок приводов при включении двигателей (в случае установки на вентиляторах) при самопроизвольном вращении вентилятора в прямую или обратную стороны.

6.30. ПЧ и УПП должны обеспечивать как минимум следующие сигналы для связи с АСУТП:

- один аналоговый программируемый (0-10В, 0(4) – 20мА) вход;

- два программируемых аналоговых (0-10В, 0(4) – 20мА) выхода;
 - два дискретных выхода с коммутационной способностью $\pm 24\text{В}$, 8А; $\sim 250\text{В}$, 8А.
 - четыре дискретных входа.
- 6.31. Кроме того, ПЧ должны обеспечивать следующие специальные функции:
- возможность подключения тормозного резистора и торможения постоянным током;
 - функция автоматической настройки на двигатель для согласования частотного преобразователя с присоединенным двигателем и оптимизации производительности;
 - автоматический безударный подхват вращающегося в произвольном направлении двигателя (насос или вентилятор), ускорение/замедление его скорости до требуемой, без возникновения повышенных нагрузочных моментов или срабатывания защиты;
 - пропуск запретных частот с настраиваемой шириной полосы пропускания для преодоления любых механических резонансов.
 - Для обеспечения безопасной работы оборудования ЧРП должен иметь параметры для конфигурации работы со взрывозащищенными двигателями (возможность настройки частоты ШИМ)
- 6.32. ПЧ должны быть с векторным управлением и оснащены необходимыми органами управления.
- 6.33. ПЧ во всем диапазоне регулирования должны обеспечивать требуемый момент на валу двигателей при отклонениях уровня напряжения питающей сети, указанных в ПУЭ и ГОСТ Р 32144-2013.

7. Требования к батареям статических конденсаторов 0,4кВ

- 7.1. Технические требования к конденсаторам для повышения коэффициента мощности должны удовлетворять ГОСТ 1282-79, МЭК 60831-1, 60831-2.
- 7.2. Форма предоставления спецификации приведена в приложении №2. Документация оформленная в другом формате к рассмотрению не принимается.
- 7.3. Срок эксплуатации БСК должен быть не менее 25 лет.
- 7.4. Требования к конденсаторам:
- полностью сухие вакуумированные без пропитки, изолирующей жидкости или газа;
 - самовосстанавливающийся диэлектрик;
 - устройство защиты по избыточному давлению с визуальной индикацией срабатывания;
 - встроенный разрядный резистор;
 - максимальная температура 55град С, среднесуточная температура 40град С.
- 7.5. Технические решения по обеспечению нормального температурного режима внутри шкафа БСК должны исключать применение вентиляторов охлаждения.
- 7.6. Степень защиты (IP) шкафов БСК должна быть не менее IP31.
- 7.7. Допустимое отклонение емкости: -5/+10%.
- 7.8. Максимальное длительно допустимое напряжение $1,18U_{ном}$.
- 7.9. Максимально допустимый длительный ток $1,5I_{ном}$.
- 7.10. Ступенчатое регулирование, мощность ступени 50кVar, две последние ступени регулирования 25кVar.
- 7.11. Количество ступеней регулирования не должно превышать 10.
- 7.12. Схема соединения конденсаторов – треугольник.
- 7.13. Напряжение управления конденсаторной установки должно подводиться от самой конденсаторной установки.
- 7.14. В качестве фильтров гармоник применить рассогласованные дроссели с тепловой защитой. Дроссели должны быть расположены вертикально.
- 7.15. Компоновка БСК модульного типа, одна ступень, один модуль. В состав ступени включить:
- конденсаторы;
 - рассогласованный дроссель с тепловой защитой;
 - специализированный контактор для коммутации емкостных токов с вспомогательными контактами и разрядным резистором;
 - комплект предохранителей с высокой отключающей способностью.
- 7.16. Компоновка БСК должна обеспечивать взаимозаменяемость модулей.
- 7.17. Конструкция каркаса ячейки батареи конденсаторов должна обеспечивать хорошую

- обозреваемость конденсаторов, изоляторов, предохранителей и другого оборудования при осмотре их под напряжением. Должен быть свободный доступ к модулям конденсаторов, предохранителям и контактам шин во время производства ремонта при снятом напряжении.
- 7.18. БСК должна быть оснащена цифровым регулятором коэффициента мощности, обеспечивающим:
- автоматическое и ручное регулирование ступеней БСК;
 - плавно регулируемую уставку по реактивному току от $\cos \varphi_i = 0,8$ инд. до $\cos \varphi_i = 0,8$ емк.;
 - остаточное напряжение в момент повторного включения одной и той же ступени не более 10 % номинального напряжения путем задержки повторного включения ступеней БСК;
 - защиту, которая при отсутствии управляющего напряжения отключает все конденсаторные ступени, а при восстановлении напряжения снова подключает их к сети в соответствии с установленным кодом коммутации;
 - внешнюю панель для задания уставок работы БСК, а также отображения текущих параметров БСК (напряжение, ток, коэффициент мощности и др.)
- 7.19. Для комплекта из двух БСК предусмотреть ЗИП:
- модуль мощностью 25 кВар;
 - модуль мощностью 50 кВар;
 - комплект предохранителей для модуля 25кВар;
 - комплект предохранителей для модуля 50кВар;
 - контактор для модуля 25кВар;
 - контактор для модуля 50кВар.

8. Требования к шинопроводам.

- 8.1. Шинопроводы должны быть выполнены компактными, иметь «сэндвич» конструкцию, четырех проводными, в кожухе со степенью защиты не ниже IP55.
- 8.2. Токоведущие части должны составлять изолированную конструкцию типа «Сэндвич» класса нагревостойкости «В» по ГОСТ 8865-93. Все изоляционные компоненты (пластмассы, пленки) должны быть самозатухающими.
- 8.3. Материал проводников –алюминиевый сплав, с гальваническим покрытием.
- 8.4. Шинопровод должен быть 4-х проводным, с одинаковым сечением всех проводников.
- 8.5. Материал кожуха – сталь или алюминий, должен обеспечивать функцию РЕ проводника.
- 8.6. Конструктив шинопровода должен обеспечивать эффективное охлаждение токоведущих частей.
- 8.7. Шинопроводы должны быть укомплектованы стандартными заводскими изделиями (узлами) для присоединения к трансформатору и НКУ с учетом сохранения фазировки.
- 8.8. Соединение участков шинопроводов должно быть организовано с использованием одболтового зажима и пружинных шайб, поддерживающих постоянное контактное давление, не требующее технического обслуживания в течение всего срока эксплуатации.
- 8.9. В случае стыковки меди с алюминием необходимо обеспечить комплект биметаллических пластин для всех фаз либо их лужение.
- 8.10. Форма предоставления спецификации приведена в приложении №2. Документация оформленная в другом формате к рассмотрению не принимается.

Применение шинных мостов/ «шинопроводов» с воздушной изоляцией не допустимо.

9. Требования к силовым трансформаторам.

- 9.1. Силовой трансформатор сухого типа с литой изоляцией (далее трансформатор) должен быть выполнен в металлическом кожухе со степенью защиты не ниже IP31. Металлический кожух должен быть съемным.
- 9.2. Материал проводников обмотки – алюминий.
- 9.3. Температурный класс нагревостойкости обмоток трансформатора должен быть класса – «F» по ГОСТ 8865-93.
- 9.4. Схема и группа соединения обмоток – D/Y₀-11
- 9.5. Регулирование уровня напряжения должно осуществляться с помощью переключения ответвлений обмоток без возбуждения (ПБВ) на 5 положений - $\pm 2,5\%$.

- 9.6. Уровень частичных разрядов: не более 10 пКл.
- 9.7. Класс климатических условий: не ниже С2.
- 9.8. Класс стойкости к воздействиям окружающей среды: Е2.
- 9.9. Класс воспламеняемости: F1.
- 9.10. Для защиты обмоток от перегрева трансформатор должен иметь блок контроля температуры (БКТ) TecSistem T-154 с установленными температурными датчиками Pt100 в количестве 4 шт., датчики должны быть установлены между одноименными обмотками и на магнитопроводе. БКТ должен быть смонтирован на кожухе трансформатора, место и способ установки необходимо согласовать с Заказчиком. Применение других блоков контроля температуры не допускается.
- 9.11. Трансформатор должен иметь катки (колеса) для перекатки, стандартная колея должна быть 820x820.
- 9.12. Во всем неоговоренном, силовой трансформатор должен соответствовать ГОСТ Р 52719-2007 и ГОСТ Р 54827-2011.
- 9.13. Форма предоставления спецификации приведена в приложении №2. Документация оформленная в другом формате к рассмотрению не принимается.
- 9.14. При отгрузке в адрес Заказчика трансформатор должен быть законченным изделием, на нем должны быть смонтированы: кожух, БКТ, датчики температуры, шинный узел перехода от трансформатора к шинному мосту.

10. Требования к ЗИП и вспомогательному оборудованию.

- 10.1. В комплекте поставки необходимо предусмотреть перечень запасных частей и приспособлений для пуска и трех лет эксплуатации в объеме:
- 10% от согласованной технической спецификации: автоматические выключатели, тепловые реле, контакторы, трансформаторы тока, аппаратура АВР, светосигнальная арматура, силовые и контрольные клеммы и т.д.;
 - 10% от общей номенклатуры специфических для данного НКУ конструктивных элементов, соединителей, втычных разъемов, метизов(болты, гайки, шайбы, манжеты, клипсы) и т.д.
 - Модули заземления или переносные заземления для возможности заземления двух секций шин.
 - Сервисные удлинители - проводные шлейфы вторичных цепей для возможности диагностики и тестирования присоединений в положении «ремонт» в количестве 2 штук.
 - ключи, инструмент, приспособления.

В случае если количество сборочных единиц менее 10 шт, в ЗИП включается 1 единица.

- 10.2. В комплекте с оборудованием предусмотреть специализированные устройства для настройки, тестирования и проверки электронных компонентов НКУ, а также программное обеспечение для оборудования на микропроцессорной базе, поставляемое комплектно с НКУ.

Начальник отдела главного энергетика

А.Л.Опарин

31.05.2016.