

Развитие энергоэффективных конструкций сильноточных контактных систем разъединителей с автономным жидкостным охлаждением

Беляев В. Л., доктор техн. наук, Шалагинов А. А., инж.

Санкт-Петербургский горный университет

Рассмотрены разработанные уникальные и энергоэффективные конструкции сильноточных контактных систем разъединителей с автономным жидкостным охлаждением на номинальные токи 24 и 36 кА. Эти электрические аппараты могут использоваться на мощных тепло- и гидроэлектростанциях, где особенно необходимы надежность, экономичность и долговечность работы.

Ключевые слова: сильноточная контактная система, электрический аппарат, разъединитель, номинальный ток, автономное жидкостное охлаждение, радиатор, подвижные контакты, распределитель, штуцер, изолятор, циркуляция.

В связи с ростом мощностей тепло- и гидроэлектростанций, повышается мощность турбо- и гидрогенераторов, что ведет к увеличению номинального тока обслуживающих их электрических аппаратов. Это в полной мере относится и к генераторным разъединителям, номинальный ток которых составляет 24 кА и есть тенденция к дальнейшему его повышению.

В номенклатуре электрических аппаратов, выпускаемых отечественной промышленностью, разъединители на такие токи отсутствуют. Так, Великолукским заводом высоковольтных аппаратов серийно выпускается разъединитель типа РВП(3)-20/12500 с естественным охлаждением, рассчитанный на номинальный ток 12,5 кА [1]. Одним из необходимых и достаточных способов, позволяющих увеличить значение номинального тока серийного разъединителя, обеспечив при этом достаточно высокую надежность, стало использование для подвижных контактов аппарата автономного жидкостного охлаждения (АЖО).

По сравнению с естественным охлаждением оно позволяет существенно и безопасно увеличить номинальный ток электрических аппаратов в несколько раз. АЖО основано на переносе теплоты конвективным потоком от токоведущих частей аппарата к расположенному над ним радиатору.

Одной из первых наиболее удачных разработок стала энергоэффективная конструкция сильноточной контактной системы (СКС) разъединителя РВП(3)-20/24000 с АЖО на номинальный ток 24 кА [2]. Данная конструкция имеет ряд преимуществ: увеличение номинального тока, упрощение аппарата и приводного механизма, экономия цветных и драгоценных металлов, увеличение срока экс-

плуатации. К недостаткам следует отнести относительно невысокую надежность работы разъединителя вследствие размещения на верхних подвижных контактах (ножах) радиаторов для охлаждения жидкости, а следовательно, относительно небольшой срок эксплуатации.

С целью повышения надежности и увеличения срока эксплуатации, а также для обеспечения дальнейшей перспективы развития сильноточного разъединителя была разработана энергоэффективная конструкция СКС разъединителя с АЖО, имеющего радиаторы, закрепленные на изоляторах и установленные на неподвижных контактах, что полностью исключает дополнительную механическую нагрузку. На контактирующие поверхности подвижных ножей и неподвижных контактов нанесены электропроводящие пасты и смазки. Это позволяет увеличить площадь соприкосновения, уменьшить и стабилизировать переходное сопротивление (сопротивление стягивания) и распределить номинальный ток по подвижным контактам (ножам) более равномерно [3].

Для увеличения значения номинального тока до 36 кА, улучшения его распределения по подвижным контактам (ножам), упрощения конструкции, повышения надежности работы и продления срока эксплуатации разработана современная энергоэффективная конструкция СКС разъединителя с АЖО, который также имеет радиаторы, размещенные на площадке, закрепленной на изоляторах на неподвижных контактах. При этом длина и площадь радиаторов увеличены, радиаторы размещаются параллельно неподвижным контактам. В разработанной энергоэффективной конструкции СКС разъединителя РВП(3)-20/36000 с АЖО на номинальный

ток 36 кА подвижные контакты (ножи) выполнены в виде медных шин, имеющих каналы для водяного охлаждения с подсоединенными к ним трубками. Вся система заполнена охлаждающей жидкостью, которая последовательно движется по каналам через ножи, расположенные на нижней поверхности разъединителя, ножи на боковых сторонах аппарата, и направляется в верхнюю часть радиатора. Далее жидкость поступает в контактные ножи на нижней горизонтальной стороне аппарата. Таким образом создается замкнутый контур циркуляции.

По сравнению с предыдущей конструкцией СКС разъединителя с АЖО данная разработка имеет преимущества:

1. Увеличение номинального тока до 36 кА благодаря размещению радиаторов на неподвижных контактах и использованию электропроводящих паст и смазок.

2. Повышение надежности работы и упрощение конструкции разъединителя.

3. Увеличение срока эксплуатации, что достигается увеличением площади соприкосновения, уменьшением переходного сопротивления и более равномерным распределением номинального тока по подвижным контактам (ножам), а также снижением температуры нагрева охлаждающей жидкости на выходе радиаторов более чем на 10° С вследствие увеличения поверхности радиаторов и большим остыванием жидкости во время прохождения по радиаторам, расположенным

горизонтально (скорость движения жидкости уменьшается) [4].

Таким образом, использование АЖО в серийных разъединителях позволяет без изменения их массогабаритных параметров увеличить номинальные токи в 2–3 раза и рекомендовать такие сильноточные разъединители к применению на современных мощных тепло- и гидроэлектростанциях в качестве надежных, экономичных и долговечных электрических аппаратов.

Список литературы

1. Беляев В. Л. Многоамперные электрические аппараты постоянного тока. — СПб.: СЗТУ, 2003.
2. Пат. 124433 РФ, МПК Н 01 Н 31/00, Н 01 Н 1/62. Разъединитель с автономным жидкостным охлаждением / А. А. Шалагинов, В. Л. Беляев; заявитель и патентообладатель Санкт-Петербург. науч.-исслед. ин-т морских систем. — № 2012118926/07; заявл. 05.05.12; опубл. 20.01.13, Бюл. № 2.
3. Пат. 144611 РФ, МПК Н 01 Н 31/00, Н 01 Н 1/62. Разъединитель с автономным жидкостным охлаждением / А. А. Шалагинов, В. Л. Беляев., Т. Г. Безрукова; заявитель и патентообладатель Санкт-Петербург. науч.-исслед. ин-т морских систем. — № 2013120869; заявл. 06.05.2013; опубл. 27.08.2014, Бюл. № 24.
4. Пат. 136230 РФ, МПК Н 01 Н 31/00. Разъединитель с автономным жидкостным охлаждением / А. А. Шалагинов, В. Л. Беляев; заявитель и патентообладатель Санкт-Петербург. науч.-исслед. ин-т морских систем. — № 2013128315/07; заявл. 20.06.13; опубл. 27.12.13, Бюл. № 36.

rimsinc@mail.ru

Development of energy-efficient designs of heavy-current contact system of disconnectors with independent liquid cooling

Belyaev V. L., Shalaginov A. A.

Unique and energy-efficient design of heavy-current contact system of disconnectors with independent liquid cooling developed for rated currents 24 and 36 kA are considered. Considered electrical devices can be used in powerful thermal and hydroelectric power plants, wherein the reliability, efficiency and durability are the issues of central importance.

Keywords: heavy-current contact system, electrical device, disconnector, rated current, autonomous liquid cooling, radiator, sliding contacts, valve, fitting, insulator, circulation.