

зубьев колеса нормально к винтовой линии витка. Такая фреза была успешно изготовлена и дала хорошие результаты при нарезании передачи. Опыт эксплуатации этой передачи представляет большой интерес в связи с большой передаваемой мощностью и весьма малым передаточным числом. Передача проработала более двух лет непрерывно и была снята с эксплуатации лишь в связи с неработоспособностью других узлов установки. Следует отметить, что передача находилась во вполне работоспособном состоянии. При данном передаточном числе и скорости вращения к. п. д. передачи был близок к 0,97, т.е. и по к. п. д. глобоидная передача не уступала сравниваемой с ней системе двух редукторов.

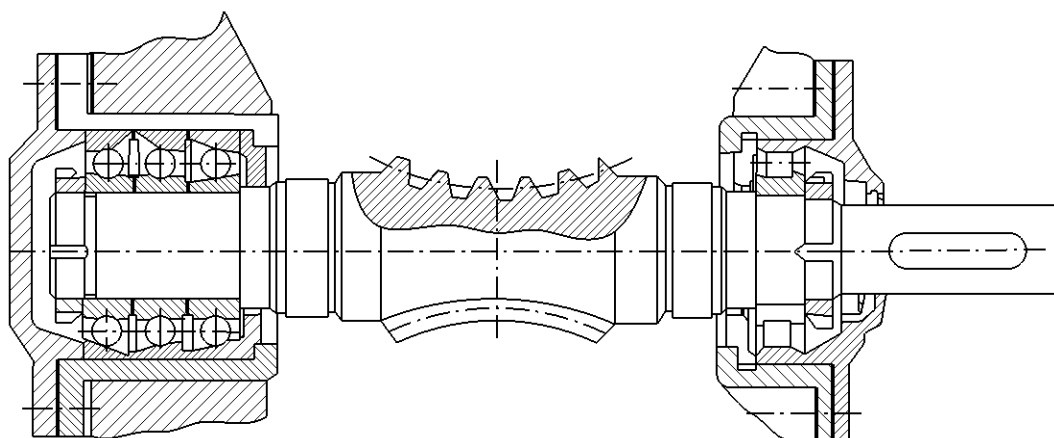


Рисунок 1 – Передача редуктора РЧГ-270

Литература

1. Зак П.С. Глобоидная передача. Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы – 1962, с. – 256

Криогенные технологии в электроэнергетике

Студент гр. 10602119 Матусевич П.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Николаенко В.Л.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Криогеника — раздел физики низких температур, изучающий закономерности изменения свойств различных веществ в условиях крайне низких («криогенных») температур.

Применение глубокого холода в таких областях, как электротехника и электроника, объясняется значительным понижением электрического сопротивления чистых металлов с уменьшением температуры и

сохранением определенными сплавами сверхпроводимости в сильных магнитных полях при больших плотностях тока. К таким металлам можно отнести медь, алюминий, натрий и бериллий.

Яркими перспективами электроэнергетики является разработка сверхмощных электрических машин, аппаратов, линий электропередач (ЛЭП) с применением сверхпроводников, что позволит перейти на более экономически выгодную ступень развития. Планы научных исследований на ближайшее время: поиск новых сверхпроводящих материалов с повышенными критическими параметрами, пониженными потерями в переменных полях и создание на их основе совершенной технологии изготовления проводников, определение областей технико-экономической целесообразности применения сверхпроводников, удешевление сверхпроводящих материалов и др.

Уменьшение активного сопротивления проводника, а тем более использование сверхпроводников позволило бы значительно увеличить мощность электрических машин и аппаратов в тех же размерах, поднять КПД за счет увеличения плотности тока и рабочей индукции.

Проблема применения явления сверхпроводимости и глубокого холода в электротехнике больших мощностей привлекает внимание ведущих электротехнических компаний. Рассматриваются две возможные тенденции работ:

- 1) использование очень чистых меди или алюминия, охлаждаемых жидким водородом (линии электропередачи, криогенные машины, аппараты);
- 2) применение сверхпроводников, охлаждаемых жидким или сверхкритическим гелием (линии электропередачи, сверхпроводящие машины, аппараты).

Большое количество специалистов в последние годы обращают свое внимание на перспективу использования низких температур в системах передачи электроэнергии.

Подавляющее количество электроэнергии передается и распределяется по сетям переменного тока, главным элементом которых являются воздушные линии электропередачи (ЛЭП), работающие под высоким напряжением.

Передача значительных потоков энергии в промышленные районы и крупные города с помощью воздушных ЛЭП связана с такими серьезными осложнениями, как необходимость отчуждения крупных участков земли в пригородных жилых районах, возникновение помех авиатранспорту и,

соответственно, определенная опасность для населения, появление радиопомех и т.п.

На этом основании для глубоких вводов в промышленные районы и города всё чаще стали применять высоковольтные подземные кабели, которые на приличном расстоянии от потребителей (550 км) соединяются с воздушной ЛЭП. Например, высоковольтные маслонаполненные кабели чаще всего используются при больших передаваемых мощностях: в США максимальная мощность, передаваемая по такому кабелю при напряжении 345 кВ, достигает 500 МВА, а в Европе - 1000 МВА. Сам кабель и его прокладка сопровождаются высокой стоимостью. Так, в зависимости от режима эксплуатации ЛЭП расходы при сооружении кабельной линии на напряжение 345 кВ в 1013 раз выше, чем при возведении воздушной ЛЭП на те же параметры. Исходя из вышеуказанного, в настоящее время осуществляется активный поиск различных технических решений, к которым относится разработка решений создания криогенных и сверхпроводящих линий электропередачи относительно небольшой протяженности.



Рис.1

Производства и предприятия, применяющие высокие токи сравнительно малого напряжения могут использовать короткие сверхпроводящие кабельные линии постоянного тока: в мощных электропечах, при получении алюминия или хлора электролизом. Более отдаленной и менее определенной возможностью представляется создание

криогенных или сверхпроводящих ЛЭП большой протяженности: такие линии намного сложнее и дороже обычных воздушных ЛЭП и их возведение может оказаться экономически невыгодным.

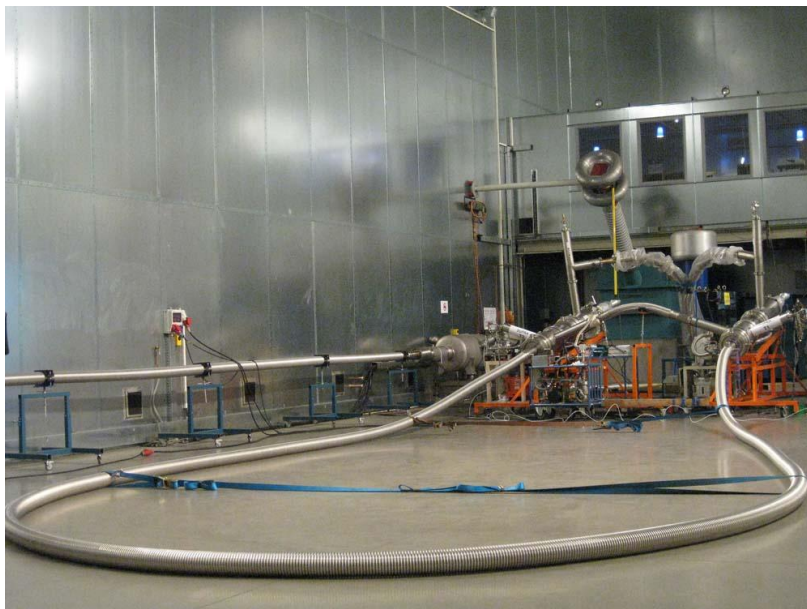


Рис.2

Использование сверхпроводящих кабелей позволяет значительно увеличить пропускную способность линии электропередач. Сети, использующие такие кабели, имеют значительные преимущества, такие как снижение потерь, увеличение удельной мощности передачи, экологическая чистота и пожарная безопасность. Сверхпроводящие линии постоянного тока дополнительно обеспечивают дальнейшее снижение потерь энергии, осуществление функции ограничения тока, повышение управляемости и снижение мощности криогенного оборудования по сравнению с линиями переменного тока

В настоящее время в мире разрабатываются различные устройства, использующие технологию высокотемпературной сверхпроводимости (ВТСП), в том числе ограничители тока короткого замыкания, двигатели, накопители энергии и различные варианты сверхпроводящих кабелей.

Сверхпроводящие кабели, наряду с ограничителями тока, сейчас являются самой популярной темой в области применения эффекта сверхпроводимости в электроэнергетике. Сверхпроводящие кабельные линии (ВТСП КЛ) имеют очевидные преимущества при передаче больших потоков энергии по электрическим сетям по сравнению с традиционными линиями. Это стимулировало разработку большого количества

конструкций кабелей для передачи энергии. Именно при разработке ВТСП КЛ был накоплен первоначальный опыт эксплуатации в реальных электрических сетях, а уровень передаваемой мощности находится в интервале от единиц мегаватт до единиц гигаватт на одну цепь.

Повышение единичной мощности энергетических блоков и потребность передачи огромных количеств энергии по дальним линиям электропередачи создают требования к современной электротехнике по поиску различных решений научно-технических задач. Рост единичной мощности требует более интенсивного охлаждения, приводит к уменьшению КПД и повышению относительных реактивностей.

ВТСП КЛ переменного тока целесообразны в тех случаях, когда необходимо передать большие потоки электроэнергии на распределительном напряжении, а также при замене воздушных линий на кабельные без изменения класса напряжения. Также можно передавать энергию напрямую от шин генератора на подстанцию или в распределительную сеть.

ВТСП КЛ постоянного тока, выполняя те же функции, что и ВТСП КЛ переменного тока, также могут выполнять функцию ограничения токов короткого замыкания и управления потоком мощности. Таким образом, в случаях, когда помимо передачи больших потоков мощности при низком напряжении обязательна и функция ограничения токов короткого замыкания и управления потоками мощности, что характерно для мегаполисов, ВТСП КЛ постоянного тока наиболее предпочтительны. Кроме того, передача по сверхдлинному кабелю возможна только при использовании линий постоянного тока.



Рис.3

Удачно построенный сверхпроводящий кабель имеет следующую структуру (рис. 3.). В центре обычно находится пучок медных проводов диаметром около 20 мм, который является несущим элементом. На этом элементе по окружности размещены ВТСП-ленты, ламинированные латунью 2-го поколения, то есть проводники, у которых ВТСП-проводник занимает только около 5% поперечного сечения (40% для ВТСП 1-го поколения) и представляет собой тонкое покрытие на поверхности подложки. Они укладываются по спирали, закручиваются под углом. 24 ленты - это первый слой (скрутка). Поверх этого слоя укладывается второй слой сверхпроводящих лент с противоположным направлением скрутки. Затем наносится утеплитель толщиной от 6 до 12 мм. Далее размещается примерно такое же количество сверхпроводящих лент - это так называемый сверхпроводящий экран. Сверху на медном экране находится защита сверхпроводника. Этот кабель упакован в длинную гибкую трубу из гофрированной нержавеющей стали. Причем труба двойная - внутренняя труба обернута так называемой суперизоляцией, а между трубами откачан воздух - это высоковакуумная теплоизоляция. Жидкий азот перекачивается по внутренней трубе. Итак, сверхпроводящий кабель находится в криостате. Главная проблема - это надежная криогенная система, которая создаёт этот жидкий азот и качает его по длинному кабелю.

Основные преимущества силовых кабелей ВТСП: высокая токовая нагрузка, низкие потери в сверхпроводнике, экологическая чистота (отсутствие масел, минимальное электромагнитное и тепловое воздействие на окружающую среду), высокий уровень пожарной безопасности. При передаче большой мощности при относительно низком напряжении - 10-20 кВ (генераторном) - не требуются промежуточные подстанции, что дает значительную экономию капитальных затрат и городских земельных ресурсов.

От применения криогенного сверхпроводящего оборудования и технологий в электроэнергетике ожидают:

- снижение потерь электроэнергии примерно в 2 раза,
- уменьшение массогабаритных показателей оборудования,
- улучшение надежности и продление срока эксплуатации электрооборудования за счет снижения старения изоляции,
- улучшение надежности и устойчивости работы энергосистем,
- увеличение качества электроэнергии, поставляемой потребителям,

- рост уровня пожарной и экологической безопасности электроэнергетики,
- создания принципиально новых систем энергетики при совмещении с другими инновационными подходами за счет синергетического эффекта.
Предполагается определенный экономический эффект от криогенных сверхпроводниковых технологий при их использовании в промышленных городах и мегаполисах для организации глубоких вводов мощности и создания токоограничивающих устройств, когда проведение воздушных ЛЭП просто невозможно.

Размеры и масса криогенных установок, удельные энергозатраты на производство холода при 4,215 К, надежность работы в длительном режиме пока еще не соответствуют высоким требованиям будущей криогенной электротехники. Технично-экономическая целесообразность создания криогенной электротехники определяется также значениями теплопритоков и внутренних тепловыделений, которые должны быть предельно снижены, в основном, путем усовершенствования теплоизоляции, конструкции токовводов и др.

Неоднократно подчеркивалось, что необходимо активно проводить исследования по созданию принципиально новых видов электрооборудования опытных образцов турбогенераторов, электродвигателей и силовых промышленных трансформаторов на основе сверхпроводящих материалов.

Литература

- 1.В.Г. Фастовский. Криогенная техника, изд. 2-ое. перераб. и доп. М., «Энергия», 1974 (с).
2. В.Е. Сытников. Сверхпроводящие кабели и перспективы их использования в энергетических системах XXI века. II Сверхпроводимость: исследования и разработки, 2011, № 15; 165-76.

Капсульные гидрогенераторы

Студентка гр. 10602219 Коршун В.Н.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Николаенко В.Л.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Генератор – установка, что может формировать электрическую энергию для гидроэлектростанций. Параметры, а также устройстве