

Утилизация тепла, выделяющегося в ДВС и тепла выхлопных газов, дополнительно повышает энергоэффективность установки. Эти меры при сопоставимом техническом уровне реализации позволяют улучшить топливную экономичность процесса в 1,5 – 2 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бараненко А.В., Бухарин Н.Н., Пекарев В.И., Сакун И.А., Тимофеевский Л.С. Холодильные машины.- Под общ. ред. Л.С. Тимофеевского. - СПб.: Политехника, 1997.-992 с.
2. <http://www.schell-eurasia.com/models.html>
3. <http://kopeysk.all.biz/vakuumnye-ustanovki-s-ispolzovaniem-teplovogo-g2297887>

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ГАЗОВЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Усачёв И.В. Тепляков В.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Газоизолированные линии второго поколения для передачи электроэнергии высокой мощности являются наилучшим решением там, где природные или инфраструктурные условия не позволяют прокладывать воздушные линии электропередачи.

Основным достоинствами систем GIL (линии электропередачи с газовой изоляцией) являются их высокая пропускная способность, которая значительно превышает пропускную способность кабельной линии и, по крайней мере, в два раза выше пропускной способности воздушной линии электропередачи. Так же у GIL очень низкая по сравнению с другими системами электропередач электромагнитная совместимость (ЕМС), токопроводы создают значительно меньшее электромагнитное возмущение в окружающей среде. Низкий уровень потерь, высокая степень безопасности (отсутствие опасности возгорания) и высокая адаптивность к окружающим условиям при прокладке. По сравнению с воздушными линиями электропередачи и кабельными линиями магнитное поле вокруг токопроводов при прочих равных условиях составляет примерно 10% и менее. Имеется и ряд других достоинств токопроводов, например, малая индуктивность.

GIL не подвержена влиянию высокой температуры воздуха, активному воздействию солнечных лучей или атмосферному загрязнению (такому как пыль, песок или высокая влажность). Использование антикоррозионной защиты не является строгой необходимостью.

Система GIL может проходить по поверхности грунта, через туннели, либо лежать в толще земли, в зависимости от индивидуальных требований заказчика. Тем не менее, токопроводы имеют дополнительное преимущество в связи с тем, что их трассировка возможна фактически с нулевым радиусом поворота.

Газовые (газоизолированные) линии электропередач, а также полностью герметизированные комплектные подстанции получили распространение с начала 60-х годов, хотя о высокой электрической прочности многих электроотрицательных газов было известно уже в 30-е годы. В Советском Союзе еще в 40-х годах были проведены широкие исследования электрической прочности электроотрицательных газов, в том числе и элегаза SF₆, который и получил преимущественное применение в технике передачи электрической энергии. Это произошло потому, что элегаз в однородном электрическом поле в 2 – 5 раз прочнее воздуха или азота, будучи химически чистым,

он совершенно безвреден для обслуживающего персонала, инертен, великолепный теплоотвод, хорошая дугогасящая среда, не горюч. Многие эти свойства объясняются его особым химическим строением: молекула элегаза представляет собой октаэдр с шестью прочными ковалентными связями, обеспечивающими особую прочность его молекуле.

Для получения высокой электрической прочности требуется большое давление газа. Но увеличение рабочего давления не должно приводить при минимальной зимней температуре к сжижению газа. У элегаза при небольших давлениях 0,4 МПа температура сжижения близка к -40°C . Исходя из этого, давление для надземной элегазовой линии не должно превышать 0,35...0,4 МПа. Для подземной линии с толщиной земляного покрова соответствующей глубине промерзания, максимальное рабочее давление может быть повышено до 1 МПа, что соответствует температуре сжижения -10°C . Однако при таком высоком рабочем давлении были бы затруднены зимние ремонтные работы на линии, что неприемлемо с эксплуатационной точки зрения. Так как протяженность газовых линий будет увеличиваться, а стоимость элегаза относительно высока, наряду с элегазом можно использовать его смесь с азотом, хотя для этого потребуются увеличение рабочего давления, усложняющее проблему обеспечения герметичности линии в целом, но это не ведет к снижению температуры сжижения смеси, так как у нее эта температура значительно ниже, чем у чистого элегаза (смотри рисунок 1.), из-за очень низкой температуры сжижения азота.

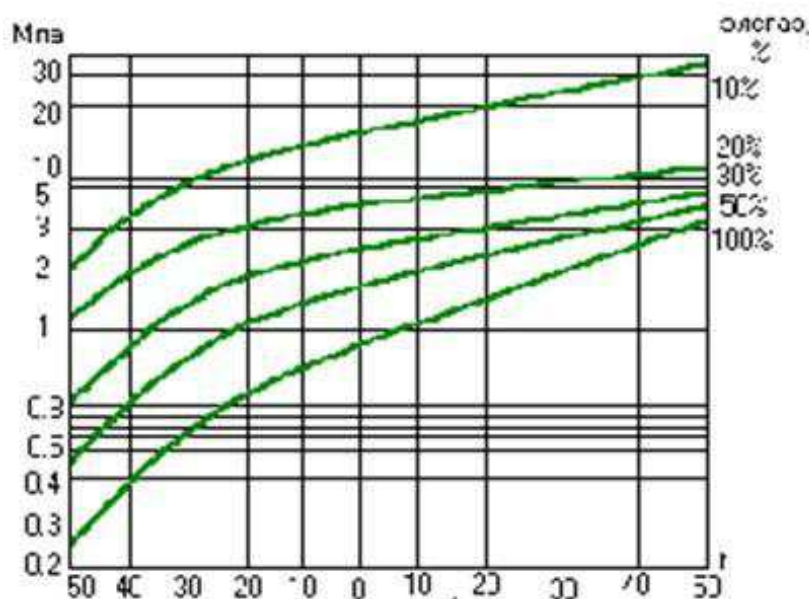


Рис. 1. График зависимости температуры от мощности

Представим теперь в общих чертах устройство газовой линии электропередачи. Это чаще всего система трех токопроводов из алюминиевых (медных) труб, каждый из которых помещен коаксиально в оболочку (трубу), заполненную газом (рис.2).



Рис. 2. Устройство газовой линии

Возможно размещение трех токопроводов всех трех фаз в одной оболочке. Опора токопровода осуществляется изоляторами. Оболочка выполняется из алюминия или его сплавов. Транспортбельные секции таких линий имеют небольшую длину (10-15 м) и являются жесткими, поэтому газовые линии нельзя называть кабельными. В ряде стран ведутся работы по созданию гибких элегазовых кабелей с гофрированными оболочками и токопроводами.

Разнообразие применения и методов прокладки GIL

1. Надземная прокладка

Надземная прокладка GIL – беспроблемный способ эксплуатации даже в экстремальных природных и климатических условиях. GIL не подвержена влиянию высокой температуры воздуха, активному воздействию солнечных лучей или атмосферному загрязнению (такому как пыль, песок или высокая влажность). Использование антикоррозионной защиты не является строгой необходимостью. При помощи данного способа прокладки достигается наиболее высокая пропускная способность при передаче электроэнергии.

2. Туннельная прокладка

Туннели состоят из предварительно изготовленных элементов, что является частью технологии ускорения и облегчения прокладки системы GIL. Элементы туннеля собираются в траншее, для засыпки используется ранее выкопанный грунт, что предотвращает долгосрочное нарушение внешнего вида ландшафта. Сразу по завершении туннельных работ, производится прокладка системы GIL. При таком методе установки почва на поверхности, под которой проложена система, может быть полностью возвращена под нужды землепользования. Воздействие GIL на этот участок ограничивается выделением небольшого количества тепла, поступающего в почву. Обеспечивается легкость доступа к установке для осуществления осмотра, а также высокая пропускная способность.

3. Вертикальная прокладка

Элегазовые трубопроводы могут без труда быть установлены под любым углом, и даже в вертикальном положении. Это делает их идеальным решением в особенности в случае гидроэлектростанций, где большие объемы энергии необходимо передать от подземного трансформатора к распределительному устройству и воздушной линии электропередачи на поверхности. Так как системы GIL не подвержены риску возгорания, они могут быть установлены в легкодоступном туннеле или шахте, которые одновременно могут быть использованы для вентиляции.

4. Подземная прокладка

Также имеются решения для непосредственной прокладки GIL в грунте. Подобные системы покрыты сплошным слоем полиэтилена с целью обеспечения сохранности антикоррозионного алюминиевого сплава корпуса, что позволяет надежно защитить проложенную в грунте систему на протяжении более 40-ка лет. Благодаря тому, что магнитные поля вокруг установок GIL являются незначительными, по завершении работ земля может быть далее использована для нужд сельского хозяйства при минимальных ограничениях.

5. Типичные проекты

Для гидроаккумулирующей электростанции Лимберг II в г. Капруне (Австрия), построенной в 2010 г., GIL была проложена в шахте под углом 42°[4]. Она соединяет подземную электростанцию с воздушной линией электропередачи напряжением 380 кВ, находящуюся на высоте более 1600 метров. Так как системы GIL не подвержены риску возгорания, туннели GIL не только легкодоступны, но и могут быть использованы в целях вентиляции. Это позволило значительно сэкономить расходы за счёт отсутствия необходимости второй шахты.

Типичным примером низкого уровня электромагнитных полей является проект PALEXPO в г. Женеве (Швейцария). Система GIL, расположенная в туннеле, заменила 500 метров двойной воздушной линии 300 кВ, которую пришлось перенести ради возводимого здания выставочного центра. Энергокомпания обосновала свое решение в пользу использования GIL вместо кабеля значительно лучшими показателями в части электромагнитной совместимости. Теперь в новом помещении выставки может выставляться и эксплуатироваться исключительно чувствительное электронное оборудование без риска возникновения помех со стороны линии электропередачи 300 кВ, расположенной под ним.

Производство и установка GIL компанией Siemens. Компания Siemens является безоговорочным лидером на рынке производства, улучшения и строительства GIL.

GIL производства «Сименс» была проложена в туннеле гидроаккумулирующей электростанции в регионе Шварцвальд уже в 1975 году. При однофазной длине GIL почти 4 км этот проект – по сей день одна из важнейших референций в мире. Проверка после 30-и лет эксплуатации показала, что все компоненты по-прежнему в отличном состоянии, и система будет надежно работать еще многие годы.

Из-за своих конструктивных особенностей, системы GIL производства «Сименс» пригодны в различных условиях. Еще более высокая пропускная способность и низкий уровень потерь дают возможность осуществлять прямое подключение GIL к ЛЭП, продолжая линию под землей. Из-за низкой электрической емкости GIL, обычно нет необходимости в компенсационных реакторах даже на особо длинных отрезках GIL (до 70 км). Технические особенности GIL компании «Сименс» позволяют реализовать АПВ (автоматическое повторное включение) воздушных ЛЭП, так что нет нужды в изменении концепции защиты. По тем же причинам возможно и прямое подключение GIL к подстанциям или трансформаторам.

Репутация систем GIL компании «Сименс» заслужена как их техническими параметрами, так и высокой эксплуатационной надежностью. GIL надежно защищены от многих негативных воздействий, которым подвержены другие системы передачи электроэнергии. Прикосновение к частям работающей системы абсолютно безопасно, ее корпус надежно заземлен.

При монтаже в первую очередь необходимо обеспечить герметичность соединения компонентов. Для этого компания «Сименс» применяет процесс автоматической сварки с компьютерным управлением. Сварочный робот обеспечивает наивысший уровень

точности и воспроизводимости сварочных швов. Каждый шов подвергается 100-процентной ультразвуковой проверке, что гарантирует идеальную газоплотность и механическую прочность, а значит, нет необходимости в дополнении элегаза на протяжении всего более чем 50-летнего срока эксплуатации.

Выводы. GIL имеют множество преимуществ над остальными источниками электропередачи:

- высокий уровень передающей мощности (пропускная способность до 3700 МВА на одну цепь);
- высокая перегрузочная способность;
- пригодность к передаче на большие расстояния (70 км и более без компенсации реактивной мощности);
- хорошая способность выдерживать КЗ;
- невозгораемость; отсутствие риска возгорания в случае отказа;
- особо низкий уровень электромагнитного поля;
- практически отсутствие старения.

Но также GIL имеют значительный недостаток, это высокая стоимость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тиходеев Н.Н. Передача электрической энергии. /под ред.В.И.Попкова.-2-е изд.- Л.: Энергоатомиздат, 1984г.
2. Александров Г.Н. Передача электроэнергии.- Л.:Энергия, 1980г.
3. Сайт <http://www.energy.siemens.com>