

УДК 622.691.4:620.193+620.197.5

Е.Л. Карнавский¹, А.Н. Воробьев²

¹ Отдел проектирования систем коррозионного мониторинга и систем ЭХЗ АО «Гипрогазцентр» (Нижний Новгород, Россия).

² Производственный отдел защиты от коррозии ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» (Нижний Новгород, Россия).

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕСУРСОВ И ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ СИСТЕМ КОРРОЗИОННОГО МОНИТОРИНГА НА ОБЪЕКТАХ ПАО «ГАЗПРОМ»

На протяженных и площадных объектах достаточно сложно определить и выставить оптимальные значения режимов работы станций катодной защиты (СКЗ), позволяющих поддерживать требуемые оптимальные значения защитных и поляризационных потенциалов на всем протяжении объекта с учетом разных требований к минимальным и максимальным значениям потенциалов в зависимости от условий эксплуатации и опасных факторов, влияющих на коррозию.

Ключевые слова: коррозия, магистральный газопровод, электрохимзащита, станция катодной защиты, защитный потенциал, поляризационный потенциал, покрытия, блуждающие токи, постоянные токи, коррозионный мониторинг, анодное заземление, математическая модель.

Магистральные газопроводы (МГ) включают в свой состав разнородные с точки зрения электрической математической модели сооружения с различными свойствами. Это промышленные площадки с изолированными трубопроводами и заземленным оборудованием, изолированная линейная часть, а также неизолированные промысловые скважины и др. В таких условиях достаточно сложно, а при некоторых схемах электрохимической защиты (ЭХЗ) даже невозможно определить и выставить оптимальные значения режимов работы станций катодной защиты (СКЗ), позволяющих поддерживать требуемые оптимальные значения защитных и поляризационных потенциалов на всем протяжении объекта с учетом разных требований к минимальным и максимальным значениям потенциалов в зависимости от условий эксплуатации и опасных факторов, влияющих на коррозию. Основным условием защищенности магистральных трубопроводов

является поддержание величины защитного потенциала в заданных ГОСТ Р 51164-98 пределах.

ТРЕБУЕМЫЕ ГРАНИЧНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ЗАЩИТНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЗАВИСЯТ ОТ РЯДА ФАКТОРОВ, ТАКИХ КАК:

- тип изоляционного покрытия;
 - удельное электрическое сопротивление грунта;
 - температура стенки трубопровода или транспортируемого продукта;
 - наличие блуждающих постоянных токов или опасное влияние блуждающих токов промышленной частоты;
 - наличие микробиологической коррозии, и других или их совокупности.
- Существующие системы управления станциями катодной защиты работают по одному заданному параметру без адаптации к изменяющимся условиям нагрузки, что в целом снижает эффективность применения устройств электро-

химической защиты. Контроль защитного потенциала ведется, как правило, только в точке дренажа, что не позволяет системе реагировать на изменения параметров нагрузки на объекте защиты. Кроме того, на ряде объектов, степень защищенности которых составляет 100%, тем не менее обнаруживаются коррозионные дефекты.

Поэтому требуется мониторинг коррозии, определения воздействующих на нее факторов с высокой степенью достоверности и принятие правильного управленческого решения для минимизации рисков по причине коррозии.

До настоящего времени не создан действенный инструмент, позволяющий по определенным правилам управлять системой электрохимической защиты в целом, давать предложения по оптимизации работы средств ЭХЗ.

Учитывая, что с внедрением подсистем дистанционного коррозионного мониторинга появляется воз-

возможность контролировать большой объем параметров, задача управления средствами ЭХЗ как единой системой упрощается.

На основании поручения департамента ОАО «Газпром», а также Программы взаимодействия ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» и АО «Гипрогазцентр» на 2014 и 2015 гг. была осуществлена разработка алгоритмов оптимизации режимов работы систем ЭХЗ на одноточечных и многоточечных системах МГ, а также на промплощадках.

Специалистами АО «Гипрогазцентр» совместно с ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» был выбран участок магистрального газопровода, на котором присутствует несколько опасных факторов, влияющих на коррозию (переходы через а/д и ж/д, электрифицированные на переменном токе, заболоченные участки, протяженное следование с ВЛ 500 кВ и т.д.), имеются участки с «провалами» защитного потенциала (транспортные переходы) до минималь-

но допустимого по ГОСТ Р-51164. В 1990-х гг. на этом МГ был проведен капитальный ремонт, но защитные кожухи на переходах через ж/д замене не подлежали и на сегодняшний день практически не имеют изоляционного покрытия. Защита данных кожухов осуществляется совместно с МГ через электрические перемишки.

На данном участке МГ установили средства коррозионного мониторинга и дистанционного контроля режимов работы СКЗ, а также маломощную автономную СКЗ производства ЗАО «Трубопроводные системы и технологии», на участке с минимальными значениями защитных потенциалов.

Целями исследований АО «Гипрогазцентр» совместно с ЗАО «Трубопроводные системы и технологии» и ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» в области коррозионного мониторинга являются:

1) разработка оборудования для высокоточного контроля коррозионных процессов и определения факторов, влияющих на них;

2) автоматизированное построение математической модели объекта защиты и системы ЭХЗ;

3) определение оптимальных режимов работы системы ЭХЗ;

4) увеличение ресурса элементов системы ЭХЗ;

5) снижение капитальных и эксплуатационных затрат.

Установка подсистем дистанционного коррозионного мониторинга (ПДКМ) дала возможность получения массива информации, необходимого для создания модели распределения защитного потенциала по трассе трубопровода в зависимости от выходных режимов СКЗ. Для нахождения оптимального значения выходных параметров СКЗ были применены принципы структурной оптимизации.

Расчет оптимальных параметров СКЗ показал, что при установке автономной маломощной станции катодной защиты в районе транспортных переходов на данном участке МГ можно вывести в резерв пять существующих СКЗ, при этом будет обеспечиваться за-

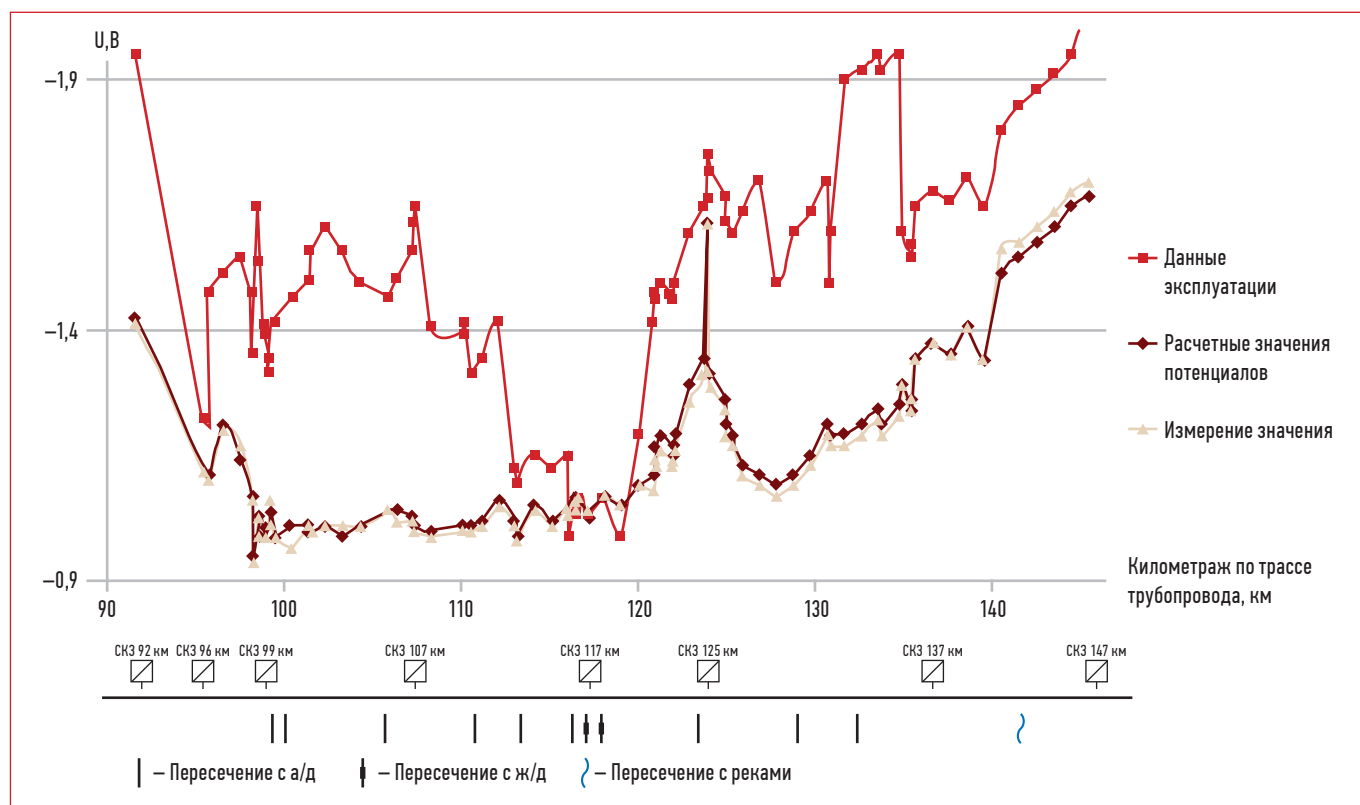


Рис. График распределения защитного потенциала вдоль магистрального газопровода

щищенность. После оптимизации режимов работы СКЗ суммарная выходная мощность уменьшилась в пять раз.

График распределения защитного потенциала по протяженности исследуемого участка приведен на рисунке.

В Арзамасском ЛПУ МГ, в зоне ответственности которого находится исследуемый участок трубопровода, был организован АРМ с возможностью дистанционного контроля за коррозионным состоянием и защищенностью на участке МГ, а также с возможностью дистанционного управления режимами работы СКЗ. Таким образом, на данном участке МГ отработан алгоритм автоматизированного решения задач оптимизации системы ЭХЗ для одиночного трубопровода.

В 2015 г. на КС-03 «Вязниковская» магистрального газопровода «Починки – Грязовец» (генеральный проектировщик – АО «Гипрогазцентр»), оборудованной подсистемой дистанционного коррозионного мониторинга, АО «Гипрогазцентр» проведены исследования на подтверждение алгоритмов оптимизации режимов работы систем ЭХЗ, была построена математическая модель объекта защиты и системы ЭХЗ и проведены расчеты оптимизированных режимов СКЗ и защитных потенциалов. По результатам расчета суммарный ток защиты составил всего 2,5 А, что почти в 8 раз меньше текущих эксплуатационных режимов. После выставления указанных режимов СКЗ силами АО «Гипрогазцентр» разница между расчетными и фактическими защитными потенциалами составила в среднем 0,02 В. Результаты расчета оптимизированных режимов и уровня защитного потенциала с установленными не превысила приборной погрешности измерений. Представлен акт проведения измерений, согласованный специалистами ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород».

Уменьшение защитного тока в 8 раз – это не только оптимизация по потребляемой мощности, но и увеличение в 8 раз ресурса анодных заземлений (АЗ), с которых стекает ток. Соответственно, за период эксплуатации в 8 раз реже будет выполняться их капитальный ремонт. Анодное заземление с точки зрения капитальных и эксплуатационных затрат в системе ЭХЗ является самым дорогостоящим элементом, а на промышленных площадках ремонт анодных заземлений будет сопровождаться восстановлением благоустройства и проездов, что приводит к значительному удорожанию.

ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АНАЛИЗА ПРОВЕДЕННЫХ РАБОТ БЫЛ ВЫДЕЛЕН РЯД ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЗАДАЧ:

- прогноз изменения режимов работы СКЗ;
- определение остаточного ресурса (СКЗ, АЗ, изоляции и др.);
- мониторинг коррозионного состояния;
- отработка методологии по определению степени защищенности объекта в условиях влияния блуждающих токов переменной частоты и индуцированных от высоковольтных линий электропередачи;
- доработка алгоритмов автоматизированного управления системой ЭХЗ сложных объектов (многониточный коридор МГ, промплощадки);
- внедрение системы автоматизированного управления в составе систем коррозионного мониторинга. Внедрение подсистем дистанционного коррозионного мониторинга (ПДКМ) приводит к оптимизации затрат как на новых, так и на реконструируемых объектах МГ.

ПРЯМАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАТРАТ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ПДКМ НА НОВЫХ ОБЪЕКТАХ ДОСТИГАЕТСЯ ЗА СЧЕТ:

- уменьшения установленной мощности СКЗ;

- сокращения потребляемой электроэнергии;
- увеличения ресурса СКЗ и АЗ;
- уменьшения металлоемкости АЗ;
- сокращения трудозатрат на периодические измерения и оптимизацию режимов работы СКЗ;
- сокращения количества оборудования по трассе МГ для коррозионного мониторинга и др.

ПРЯМАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАТРАТ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ПДКМ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ СИСТЕМ ЭХЗ ДОПОЛНИТЕЛЬНО ДОСТИГАЕТСЯ ЗА СЧЕТ:

- отсутствия необходимости реконструкции смежных систем: электроснабжения, телемеханики и связи;
- возможности использования существующих зданий и строений под СКЗ;
- отсутствия необходимости или значительного сокращения дополнительного отвода земель в постоянное пользование;
- возможности решения вопросов, связанных с недозащитой локальных участков, с минимальными затратами;
- сокращения количества реконструируемых контрольно-измерительных пунктов;
- сокращения стоимости проектно-исследовательских работ;
- уменьшения до двух раз в год проверки работы станций катодной и дренажной защиты;
- обоснования увеличения срока проведения коррозионных обследований.

На 2016 г. силами АО «Гипрогазцентр» планируется в Починковском ЛПУ МГ ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» проведение работ по оптимизации режимов работы системы ЭХЗ многониточного коридора МГ (МГ «Саратов – Горький», МГ «Починки – Пенза», МГ «Починки – Саранск», МГ «Южный поток» (восточный коридор)) с отдельной системой защиты и различным качеством изоляционного покрытия.