

В.В. Винтайкин, к.э.н., ЗАО «Протекор»

## ПРОТЕГОЛ (PROTEGOL) КАК ОПТИМАЛЬНАЯ ВОЗМОЖНОСТЬ АНТИКОРРОЗИОННОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ ГТС ОАО «ГАЗПРОМ»

*Газотранспортная система (ГТС) ОАО «Газпром», включая около 160 тыс. км магистральных газопроводов и отводов, около 280 компрессорных станций, более 4 тыс. газоперекачивающих агрегатов, обладает существенным запасом надежности. В то же время значительная часть газотранспортных мощностей была создана в 70-80-е гг. прошлого века.*

По данным специалистов, основу оборудования компрессорных станций ГТС ОАО «Газпром» ещё недавно составляли агрегаты со сроком эксплуатации от 10 до 25 лет [1]. Старение оборудования приводило к возрастанию числа отказов, аварий, в том числе на «высокой стороне» КС. Комплексная программа реконструкции и технического перевооружения объектов транспорта газа и компрессорных станций подзем-

ных хранилищ газа на 2007-2010 гг.» и планируемая программа ремонта и реконструкции ГТС на 2011-2015 гг. предусматривают комплексы плано-предупредительных и ремонтных работ, обновление парка оборудования, диагностику, капитальный ремонт и переизоляцию трубопроводов. Благодаря уже принятым мерам в период 2003-2008 гг. существенно снизилось количество отказов и аварий.

Значительную роль в реконструкции и модернизации компрессорных станций, особенно для условий их работы в нестационарных режимах колебаний температур, на «горячих участках», при «критических» сечениях газопроводов [2], играют антикоррозионные мероприятия – для технологических трубопроводов высокой, низкой стороны, шлейфов, сварных стыков труб, мест сопряжения монтажных узлов и фасонных деталей, воздушных переходов и т.д. С учётом актуальных требований существенного повышения эффективности технологий, применяемых в структуре ОАО «Газпром», все операции антикоррозионных технологий целесообразно рассмотреть с позиции оптимизации, а именно: относительного увеличения срока эксплуатации антикоррозионного покрытия, минимизации пооперационных затрат, интенсификации технологических операций – подготовки поверхности и нанесения изоляционного покрытия, штабелирования, закопки изолированных изделий. Степень эффективности применения той или иной изоляционной

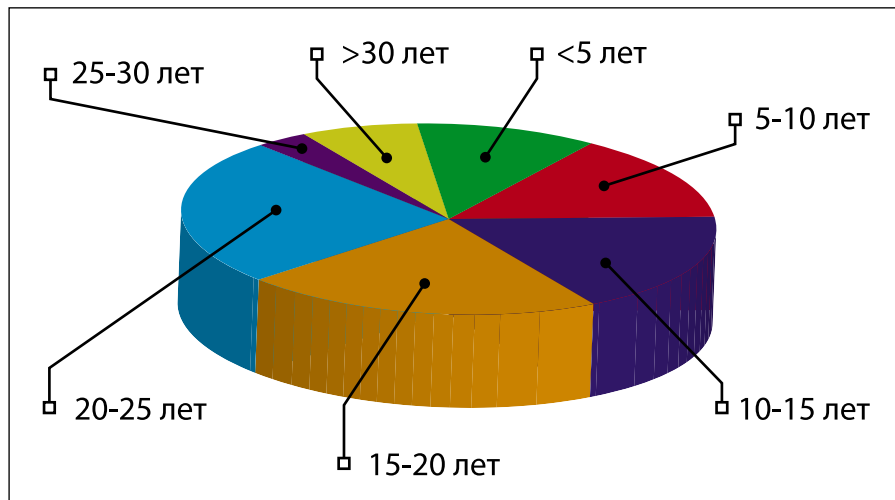


Рис. 1. Возраст компрессорных цехов, %

системы для антикоррозионной защиты трубопроводов, труб, соединительных и фасонных деталей, сварных стыков в условиях компрессорных станций зависит от ряда факторов, совокупность действия которых можно было бы сформулировать в следующей форме (разработано Лабораторией неразрушающего контроля ЗАО «Протекор»):

$$Cэ = 100 * (Кпм * Ктп)$$

**Cэ** – степень эффективности применения антикоррозионной системы. Рассчитывается в условных единицах.

**Кпм** – коэффициент приемлемости антикоррозионного материала по совокупности факторов цены и расхода. В нижеприведённых расчётах используются характеристики антикоррозионных систем Protegol UR-Coating 32-60, Protegol UR-Coating 32-55R, Protegol UR-Coating 32-55H, а также эпоксидного Protegol EP-Coating 130HT), производимых германским химическим концерном TIB Chemicals AG, сертифицированных и поставляемых ЗАО «Протекор».

$$Кпм = 1/Уц * 1/Пм * 1/Тп$$

**Уц** – условная цена 1 кг антикоррозионного материала. Если принять за условную цену Protegol UR-Coating 32-55R за 1 (единицу), то условная цена несколько более дорогих материалов будет пропорционально выше.

**Пм** – плотность материала (кг/куб.см объёма покрытия).



**Тп** – сертифицированная толщина покрытия для конкретного объекта нанесения изоляции (изоляция технологических трубопроводов компрессорной станции в трассовых условиях).

**Ктп** – коэффициент технологичности нанесения покрытия

$$Ктп = Кпп * Ктэ * 1/Ксо * 1/Кр * 1/Ксс * 10/Коп$$

**Кпп** – коэффициент степени подготовки поверхности перед нанесением покрытий.

$$Кпп = 100/Шср * 1/Кп$$

**Шср** – средний показатель профиля поверхности в микрометрах (шероховатость). При требуемой степени шероховатости поверхности перед нанесением покрытий 40-70 мкм Шср = 55. При требуемой степени шероховатости 50-110 мкм Шср=80.

**Кп** – коэффициент степени подготовки поверхности. При требуемой степени подготовки поверхности перед нанесением покрытия Sa 2 Кп=2, при Sa 2 1/2 Кп=2,5.

**Ктэ** – коэффициент приемлемости покрытия по фактору температуры эксплуатации изолированных изделий (1 или 0). При температуре эксплуатации изолированных трубопроводов до +60°C антикоррозионные материалы Protegol UR-Coating 32-55H как ПК60, Protegol UR-Coating 32-60 как ПК80, Protegol EP-Coating 130HT как ПК100 приемлемы, т.е. Ктэ=1, а Protegol UR-Coating 32-55R как ПК40 не подходит, т.е. Ктэ=0.

**Ксо** – коэффициент сложности оборудования. Если за 1 (единицу) принять Ксо наименее дорогостоящей установки ReGra-ND с ручным нанесением Protegol UR-Coating 32-60, то Ксо установки типа HydraCat для безвоздушного распыления с ручным управлением для



Таблица 1. По показателю Коэффициента приемлемости антикоррозионного материала:

АНТИКОРРОЗИОННЫЙ МАТЕРИАЛ	Уц	Пм	Тп	Кпм
Protegol UR-Coating 32-60	1,27	1,2	1,5	0,42
Protegol UR-Coating 32-55H	1,09	1,53	2,0	0,29
Protegol UR-Coating 32-55R	1,0	1,63	2,0	0,30
Protegol EP-Coating 130HT	1,72	1,45	1,0	0,39

Таблица 2. По показателю Коэффициента степени подготовки поверхности:

АНТИКОРРОЗИОННЫЙ МАТЕРИАЛ	Шср	Кп	Кпп
Protogol UR-Coating 32-60	60	2,5	0,66
Protogol UR-Coating 32-55H	60	2,5	0,66
Protogol UR-Coating 32-55R	60	2,5	0,66
Protogol EP-Coating 130HT	60	2,5	0,66



нанесения других материалов можно условно рассчитать как 1,2. Коэффициент сложности оборудования Ксо для механизированных комплексов или полуавтоматических комплексов по нанесению двухкомпонентных антикоррозионных материалов условно принимается 10,0.

**Кр** - коэффициент применения промывочных материалов (растворителей) в процессе нанесения покрытий. Технологическая необходимость промывания плавков и форсунок установок безвоздушного распыления материалов промывочными материалами (растворителями) в процессе изоляционных работ усложняет установку для нанесения покрытия, повышает риск нарушения состояния подготовленной поверхности перед нанесением покрытий при быстром темпе изоляционных работ, повышает потери антикоррозионного материала, ухудшает экологию в месте выполнения работ. Кр=1 при отсутствии необходимости применения промывоч-



ных материалов. Кр=1,3 (условно) при необходимости применения растворителей.

**Ксс** - коэффициент соотношения смешивания компонентов. При соотношении смешивания компонентов А:В по объёму 1:1 (условно Ксс=1) упрощается контроль за расходом материала, синхронная смена тары в процессе нанесения материала уменьшает трудозатраты. При соотношении смешивания компонентов по объёму 1,5:1 Ксс=1,5.

**Коп** - коэффициент отверждения покрытия. Принимая во внимание, что наименьшие затраты, наименьшие технологические риски соответствуют технологии с наименьшим временем полимеризации антикоррозионного покрытия до степени засыпки, то при времени полимеризации покрытия Protogol UR-Coating 32-60 при стандартной температуре +20°C десять минут (0,2 часа) принимается Коп=1,0. Для покрытий с временем полимеризации в стандартных температурных условиях 4-8 часов (Protogol UR-Coating 32-55R, Protogol UR-Coating 32-55H) Коп=24. Для эпоксидного Protogol EP-Coating 130HT с временем полимеризации 12 часов принимается Коп=72.

Для сравнительной оценки эффективности антикоррозионных систем Protogol для трассовой (базовой) изоляции технологических трубопроводов компрессорной станции с температурой эксплуатации до +60°C с пиками во время пуска наладки до +80°C установками безвоздушного распыления с ручным управлением расчётные показатели следующие.

Показатель долговечности эксплуатации покрытия в методике оценки степени эффективности применения антикоррозионной системы не учтён в связи с идентичностью расчётного срока службы для антикоррозионных покрытий Protogol – при температуре эксплуатации до +60°C расчётный срок службы, по данным Института Испытаний материалов и Химии Technischer Ueberwachungsverein Rheinland E.V. [3], может составлять более 40 лет.

Таблица 3. По показателю Коэффициента технологичности антикоррозионного покрытия:

АНТИКОРРОЗИОННЫЙ МАТЕРИАЛ	Кпп	Ктэ	Ксо	Кр	Ксс	Коп	Ктп
Protogol UR-Coating 32-60	0,66	1	1,0	1,0	1,0	1	0,66
Protogol UR-Coating 32-55H	0,66	1	1,2	1,3	2,3	24	0,08
Protogol UR-Coating 32-55R	0,66	0	1,2	1,3	3,5	24	0
Protogol EP-Coating 130HT	0,66	1	1,2	1,3	2,2	72	0,03



**Таблица 4. Результирующий сравнительный расчёт степени эффективности применения антикоррозионной системы при изоляции технологических трубопроводов компрессорной станции с температурой эксплуатации до +60°:**

АНТИКОРРОЗИОННЫЙ МАТЕРИАЛ	Кпм	Ктп	Сэ
Protogol UR-Coating 32-60	0,42	0,66	27,72
Protogol UR-Coating 32-55H	0,29	0,08	2,32
Protogol UR-Coating 32-55R	0,30	0	0
Protogol EP-Coating 130HT	0,39	0,03	1,17

Для принятых условий наиболее эффективным покрытием является антикоррозионный двухкомпонентный полиуретановый материал Protogol UR-Coating 32-60. Также одним из наиболее приемлемых является и Protogol UR-Coating 32-55H, нанесённый, например, в условиях компрессорной станции «Володино» или наносимый на КС «Парабель» ООО «Газпром трансгаз Томск».

ЗАО «Протекор», внедрив положения о качестве в соответствии с Сертификатом СДС «Газпромсерт» ИСО 9001:2001, оказывает содействие в оценке эффективности изоляционных систем для типовых или конкретных условий, готово выполнить проектирование в части организации изоляционных работ. На основании Экспертного заключения ООО «Газпром газнадзор» о готовности к выполнению работ по капитальному ремонту газопроводов на объектах ОАО «Газпром» и другой разрешительной документации ЗАО «Протекор» принимал участие либо осуществляет круглогодичный цикл антикоррозионной изоляции труб, трубопроводов, сварных стыков, запорной арматуры, соединительных и фасонных деталей на компрессорных станциях с различными температурными условиями эксплуатации, в различных регионах - для ООО «Газпром трансгаз Югорск» (КС «Пангодинская»), для ООО «Газпром трансгаз Ухта» (КС «Новоюбилейная»), для ООО «Газпром трансгаз Томск» (КС «Омская», КС «Володино», КС «Парабель»), для ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» (КС «Бурдыгинская»), для ООО «Газпром трансгаз Чайковский» (КС «Горнозаводская») и др.

Необходимо отметить для трассовых и базовых условий актуальную возрастающую необходимость применять технологии, позволяющие выполнять работы, в том числе антикоррозионные, в суровых северных условиях при резко отрицательных температурах воздуха. Антикоррозионные системы Protogol разработаны для нанесения



и полимеризации при положительной температуре, однако для работ в зимних условиях на площадках компрессорных станций легко и оперативно создаются сборные укрытия с нагревом воздуха до положительных температур дизель-генераторами, УМП. В этих условиях современный полиуретановый быстрополимеризующийся материал Protogol UR-Coating 32-60, который наносится без грунтовочного слоя, сертифицированной толщиной 1,5 мм, с теоретическим расходом на 1 м<sup>2</sup> покрытия при плотности материала 1,2 г/см<sup>3</sup> - 1,8 кг, позволяет засыпать или штабелировать

изолированные изделия уже через 10 минут после нанесения покрытия, что резко упрощает и удешевляет технологические изоляционные процессы. Для антикоррозионной модернизации компрессорных станций газотранспортной системы ОАО «Газпром» могут эффективно применяться изоляционные системы с ресурсосберегающим потенциалом – по трудоёмкости, по затратам, по длительности качественной эксплуатации без ремонтов. Системы Protogol, и в том числе Protogol UR-Coating 32-60, на практике демонстрируют такие характеристики.

**Литература:**

1. Лопатин А.С., Поршаков Б.П., Зарицкий С.П. Обеспечение надёжности и эффективности работы магистральных газопроводов. [www.snfpo.ru/help/articles/transp.htm](http://www.snfpo.ru/help/articles/transp.htm)
2. Гarris Н., Аскарлов Г. Активизация коррозионных процессов на магистральных газопроводах большого диаметра при импульсном изменении температуры // Нефтегазовое дело, 2006. [www.ogbus.ru/authors/Garris/Garris\\_5.pdf](http://www.ogbus.ru/authors/Garris/Garris_5.pdf)
3. TUV Rheinland Institut fuer Materialpruefung und Chemie. Bericht. Pruef-Nr. K 42/74. Blatt 22.