

Исследование влияния температуры окружающей среды и срока эксплуатации изоляции на её физические свойства

В.А. Иванов
доктор технических наук, профессор¹,
заслуженный деятель науки РФ

Д.А. Серебренников
кандидат технических наук¹

А.Н. Давыдов
аспирант¹

¹Тюменский государственный нефтегазовый университет, Тюмень, Россия

В статье приведены результаты исследования по установлению зависимостей адгезии и прочности на разрыв изоляционного покрытия трубопроводов от температуры окружающей среды и срока эксплуатации покрытия.

Материалы и методы

Методы теоретических и экспериментальных исследований, теория резания материалов, методы обработки статистических данных

Ключевые слова

гидроизоляционное покрытие, адгезия, прочность на разрыв, срок эксплуатации покрытия, снятие гидроизоляции

Капитальный ремонт трубопровода зачастую связан с повреждением гидроизоляционного покрытия вследствие механических воздействий, истечения срока службы покрытия или химических процессов в окружающей трубопровод среде. При любой из перечисленных причин при повреждении гидроизоляционного покрытия возникает необходимость его замены. Капитальный ремонт изоляционного покрытия включает в себя очистку поверхности трубопровода от дефектной изоляции, который, в свою очередь, предусматривает снятие гидроизоляционного покрытия при помощи различных средств. Чаще всего процесс очистки производят с использованием металлических резцов и щеток, которые прижимают непосредственно к поверхности трубопровода и путем вращательного движения снимают её. Использование данного способа имеет ряд недостатков, основным из которых является возможность повреждения стенки трубопровода за счёт трения резца о стенку. Во избежание данных последствий необходимо подбирать корректные режимы работы очистных машин, а также использовать новые материалы и способы снятия гидроизоляции. Для определения режимов работы очистных машин необходимо знать показатели физических свойств гидроизоляционных покрытий в текущих условиях, с учетом отклонений от заводских параметров.

Определяемыми параметрами являются прочность на разрыв и адгезия. Для проведения эксперимента были взяты образцы труб с пленочным покрытием Поликен-980, нанесенном в трассовых условиях, с сроком эксплуатации от 5 до 15 лет. Изначально была определена величина адгезии, затем, после подготовки образцов прочность на разрыв. Основными факторами при испытаниях

являлись срок службы и температура, а параметрами оптимизации в первом эксперименте выступала адгезия, во втором — прочность на разрыв.

Для определения минимального количества экспериментов определялась мера изменчивости по формуле (1):

$$V = (\sigma/\bar{y}) \cdot 100\%, \quad (1)$$

где, σ — среднеквадратическое отклонение (формула 2);

$\bar{y}$ — статистическое среднее отклонение (формула 3).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (y_i - \bar{y})^2}{k}}; \quad (2)$$

$$\bar{y} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k y_i; \quad (3)$$

где k — количество повторных опытов принято равным 3.

Получили меру изменчивости $V = 7\%$, при доверительной мере вероятности $\epsilon = 0,95$ получаем значение измерений $K = 13$. С учётом возможности грубых ошибок при измерении принимаем $K = 15$.

Выборка результатов испытаний представлена в табл. 1, 2.

С учётом проведенных исследований задача свелась к нахождению зависимости силы адгезии и прочности на разрыв от температуры и срока эксплуатации покрытия.

Зависимость величины адгезии от температуры окружающей среды и срока эксплуатации описывается некоторой плоскостью (рис. 1) и функцией (4).

$$Y = 70,5 - 8,5x_1 - 4,3x_2 - 12,8x_1x_2 - 14,4x_1^2 - 19,1x_2^2, \quad (4)$$

где x_1 — температура; x_2 — срок эксплуатации трубопровода.

№ образца	№ эксперимента для данного образца	Срок службы, лет	Прочность на разрыв
11	1	12	11,6
	2		11,4
	3		11,2
12	1	6	15,4
	2		15,8
	3		15,9
13	1	13	8,7
	2		8,5
	3		9,1
14	1	10	13,9
	2		13,9
	3		13,7
15	1	6	11,7
	2		12,5
	3		12,7

Таб. 1 — Выборка результатов испытаний прочности на разрыв (-25°C)

№ образца	№ эксперимента для данного образца	Срок службы, лет	Адгезионное усилие, Н/см
1	1	5	12,1
	2		12,2
	3		12,1
2	1	7	10,7
	2		10,8
	3		10,8
3	1	15	8,4
	2		8,5
	3		8,4
4	1	12	10,1
	2		10,8
	3		10,9

Таб. 2 — Выборка результатов испытаний на адгезию (-25°C)

В свою очередь аналогично описывается прочность на разрыв от срока службы и температуры (рис. 2), формула (5).

$$Y = 78,9 - 9,7x_1 - 10,9x_2 - 20,6x_1x_2 - 16,8x_1^2 - 21,5x_2^2, \quad (5)$$

где x_1 — температура; x_2 — срок эксплуатации трубопровода.

Как следует из рис. 5 зависимость прочности на разрыв от температуры и срока эксплуатации изоляционного покрытия будет образовывать некоторую поверхность.

Таким образом, определенные зависимости свойств изоляции от температуры окружающей среды и срока эксплуатации позволяют определить необходимую силу резания при снятии изоляционного покрытия с трубопровода при помощи очистных машин.

Итоги

В результате исследования были получены зависимости свойств гидроизоляционного покрытия от температуры и срока эксплуатации покрытия.

Выводы

Полученные зависимости физических свойств гидроизоляции от внешних условий позволяют разработать методику расчета режимов работы очистных машин с учетом реальных условий среды при проведении капитального ремонта трубопровода.

Список используемой литературы

1. Давыдов А.Н., Иванов В.А., Берг В.И. Использование арамидных нитей в качестве

рабочего инструмента машины для снятия гидроизоляционного покрытия с трубопроводов // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2013. № 5. С. 70–73.

2. Иванов В.А., Серебренников Д.А., Давыдов А.Н. Анализ и классификация способов очистки наружной поверхности трубопровода от дефектной изоляции // Экспозиция Нефть Газ. 2013. № 6 (31). С. 25–26.
3. Давыдов А.Н., Иванов В.А., Серебренников Д.А., Берг В.И. Определение зависимости свойств изоляционных покрытий от условий эксплуатации трубопровода. Отдельный выпуск Горного информационно-аналитического бюллетеня. 2014. № ОВ4. С. 169–173.

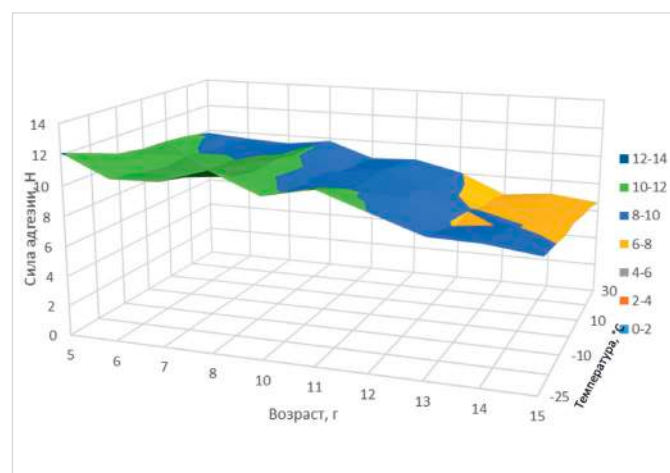


Рис. 1 — Зависимость силы адгезии от температуры окружающей среды и срока эксплуатации гидроизоляционного покрытия

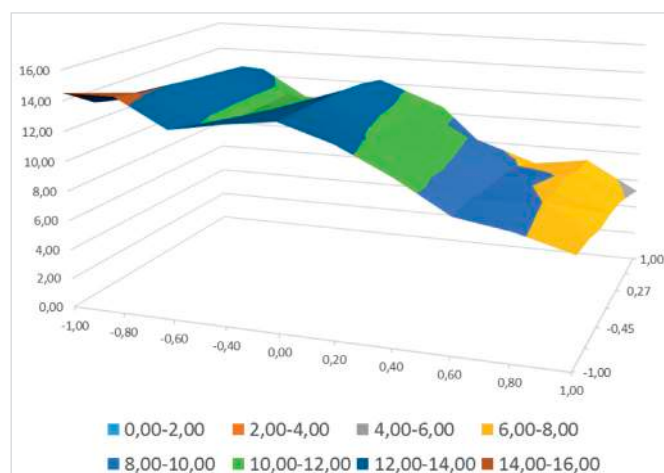


Рис. 2 — Зависимость прочности на разрыв от температуры окружающей среды и срока эксплуатации гидроизоляционного покрытия

ENGLISH

PIPELINE

Study of the influence of ambient temperature and lifetime of the insulation on its physical properties

UDC 622.692.4.07

Authors:

Vadim A. Ivanov — doctor of technical sciences, professor¹;

Daniil A. Serebrennikov — candidate of technical sciences¹;

Alexey N. Davydov — postgraduate¹;

¹Tyumen State Oil and Gas University, Tyumen, Russian Federation

Abstract

The article presents the results of research for establishing dependency of adhesion and tensile strength of the insulation coating of pipelines on the ambient temperature and service life of the coating.

Materials and methods

Methods of theoretical and experimental studies, cutting of materials, statistical data.

Results

According to the survey were obtained depending on the properties of waterproofing coatings on the temperature and the life of the coating.

Conclusions

Obtained depending on the physical properties of the waterproofing of external conditions allow to develop a methodology

for calculating modes of treatment machines, taking into account the actual conditions of the environment during the overhaul of the pipeline.

Keywords

waterproofing coating, adhesion, tensile strength, the life of the coating, the removal of waterproofing

References

1. Davydov A.N., Ivanov V.A., Berg V.I. *Ispol'zovanie aramidnykh nitey v kachestve rabocheho instrumenta mashiny dlya snyatiya gidroizolyazionnogo pokrytiya s truboprovodov* [Using the aramid threads as an operating tool of machines for removal of waterproofing coating off the pipelines]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Neft'* i gaz, 2013, issue 5, pp. 70–73.
2. Ivanov V.A., Serebrennikov D.A., Davydov A.N. *Analiz i klassifikatsiya sposobov ochistki narujnoj poverhnosti truboprovodov ot defektnoy izolyatsii* [Analysis and classification of methods of cleaning the exterior of the pipeline from defective insulation]. *Exposition Oil Gas*, 2013, issue 6, pp. 25–26.
3. Davydov A.N., Ivanov V.A., Serebrennikov D.A., Berg V.I. *Opredelenie zavisimosti svoystv izolyatsionnykh pokrytiy ot usloviy ekspluatatsii truboprovoda* [Determination of properties of the insulation coating on the operating conditions of the pipeline]. Separate issue of the Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten' (research journal), 2014, issue OV4, pp. 169–173.