



МЕТОДИЧНИ АСПЕКТИ ПРИ ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ТЕХНИЧЕСКОТО СЪСТОЯНИЕ НА ГАЗОПРОВОДИ

доц. д-р инж. Иван Лазаров

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Диагностиката на техническото състояние на оборудването на газо-снабдителните системи трябва да се извършва чрез изпълнение на комплекс от научно-технически дейности и определяне по резултатите от тях на съответствията (или несъответствията) на оборудването с изискванията според действащите нормативни документи и ресурса на по-нататъшната му безопасна експлоатация.

Диагностиката на техническото състояние се провежда по определена



METHODOLOGICAL ASPECTS IN TECHNICAL STATE OF GAS

Assoc. Prof. Eng. Ivan Lazarov

1. INTRODUCTION

Diagnostics of technical state of equipment of gas supply systems must be done through the implementation of complex scientific and technical activities and determination results of matches (or mismatches) of the equipment with the requirements according to the current regulations and resources of its further safe operation.

Diagnosis of technical condition should normally follow a program,

програма, а при проявяване в процеса на обследване на оборудването на нетипични дефекти и повреди следва те също да бъдат включвани като допълнителни непредвидени дейности, като за целта се съставя протокол от техническа комисия, съставена от специалисти от диагностиращата фирма, от фирмата-собственик на оборудването и контролно-техническите органи.

При наличие във фирмата-собственик на няколко единици (групи) оборудване от един и същи типоразмер, въведени в експлоатация едновременно и експлоатиращи се при еднакви условия и с еднакво отработено време, непревишаващо нормативния ресурс, то в работната програма може да се предвиди определянето на остатъчния ресурс по резултатите от пълния контрол за една или няколко единици от оборудването и частичния контрол на останалите с обобщаване на резултатите за цялата група от диагностицираното оборудване. При отработване на оборудването, равно на нормативния ресурс или надвишаващо го, следва контролиране на всяка единица оборудване в пълен обем.

Резултатите от контрола се оформят поотделно за всеки вид (метод) за контрол с отделни актове (карти, протоколи) с указване на установените технически характеристики на възлите (детайлите, материалите) и откритите дефекти в тях. Заключение за резултатите от диагностиката трябва да включва всички материали по проведения контрол и изводи за възможностите за безопасна експлоатация на оборудването.

Определянето на техническото състояние на газопроводите се осъществява посредством сравняване на действителните стойности на параметрите на техническото състояние с критичните стойности, съответстващи на параметрите

while developing in the process of monitoring of the equipment of typical defects and damages they must also be included as additional nepredviteni activities for this purpose shall be drawn up by a technical committee composed of experts from diagnosis firm, firm-owner of the equipment and technical control authorities.

In the presence of the firm-owner of several units (groups) equipment of the same size, put into operation simultaneously and are operating under the same conditions and at the same time worked, exceeding regulatory resource, the work program may provide for the allocation of the remaining resource on the results of the full control of one or several units of equipment and partial control of the rest of summarizing the results of the entire group of diagnosed equipment. In working out of equipment equal to or exceeding regulatory resource it should control every item in full.

The results of the control are formed separately for each type (method) for control with separate documents (maps, reports) indicating the established technical characteristics of units (parts, materials) and open defects in them. The conclusion of the results of the diagnosis should include all relevant materials controls and conclusions of seats for safe operation of equipment.

Determining the technical condition of pipelines is performed by comparing the actual values of the parameters of the technical condition with critical values corresponding to the parameters of

на граничното състояние.

2. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧНИ ПАРАМЕТРИ ЗА ОЦЕНЯВАНЕ НА ТЕХНИЧЕСКОТО СЪСТОЯНИЕ НА ГАЗОПРОВОДИТЕ

Целта на настоящата работа е да се анализира методиката за определяне на основните параметри, необходими за оценяване на техническото състояние на газопроводите.

2.1. Определяне на ефективността на работа на електрохимичната защита (ЕХЗ)

Изискванията към електрохимичната защита срещу корозия на подземните тръбопроводи и методите за контрол са общоизвестни и широко приложими в практиката. Оценяването на състоянието на ЕХЗ на определен участък от газопровода се извършва по степен на защитеност на участъка на газопровода:

- *По дължина* - определя се като отношение на дължината на участъците с поляризационен или защитен потенциал, по-голям от необходимите стандартни /регламентирани/ стойности към общата дължина на разглеждания газопровод. При съотношение по-малко от единица, следва да се провери работоспособността на всеки преобразувател, анодното заземяване, протекторите и другите защитни средства.

- *По време* – определя се като изразено в проценти отношение на сумарното време за нормалната работа в установен режим на всичките защитни средства през времето на експлоатация към продължителността на периода на работа при липсата на необходимия поляризационен или сумарен защитен потенциал към общото време за експлоатация. Показателят за защитеност, като критерий за граничното състояние, трябва да е не повече от 95 %.

the state border.

2. TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS TO ASSESS THE TECHNICAL CONDITION OF GAS PIPELINE

The purpose of this work is to analyze the methodology for determining the basic parameters required to evaluate the technical condition of the gas pipeline.

2.1. Determining the efficiency of the electrochemical protection (EChP)

Requirements to electrochemical corrosion protection of underground piping and control methods are well known and widely used in practice. Assessing the state of EChP of a section of the pipeline is carried out in degree of protection of the section of the pipeline:

- *Portrait* - defined as the length of the sections with a polarizing or secure potential greater than necessary standard / regulated / values to the total length of the gas pipeline. With a ratio less than one should check the performance of each converter anode grounding, protectors and other protective equipment.

- *At the time* - defined as the percentage ratio of the total time for normal work routines of all protective equipment in time exploitation to the duration of the work in the absence of the required polarization or additive protective potential to the total time of operation. Indicator of being protected as a criterion for boundary condition must be no more than 95%.

2.2. Определяне на състоянието на изолацията на тръбопровода

Като критерий за граничното състояние на изолацията на тръбопровода се използва непрекъснатостта, напречните повреди и стойността на преходното съпротивление.

Оценката на състоянието на изолационното покритие в ямата включва следните параметри:

- тип, материал на изолацията, външният вид на покритието (наличието, разположението, площта на напречните повреди), характера на покритието; (наличието на пукнатини, дебелината по периметъра, наличието на обвивка);
- адхезията, чиято стойност се определя по определена методика;
- големината на преходното съпротивление.

Едновременно се определя относителното електрическо съпротивление на земята в местоположението на изкопа.

Стойността на преходното съпротивление R се определя по определена методика, или чрез мегомметър с киломна скала и напрежение 100 V.

Състоянието на изолационното покритие се оценява по фактическото преходно съпротивление R_{ϕ} в сравнение с критичната (граничната) R_K стойност на крайното преходно съпротивление на тръбата-почвата. Критичното (граничното) преходно съпротивление на диагностирания участък на газопровода се определя чрез решаване на трансцендентното уравнение:

$$R_x = \frac{\rho_r D}{2} \ln \left[\frac{\pi h (D - h) R_x}{D^2 H \cdot 0.4 \cdot 10^{-6}} \right] \quad (1)$$

където ρ_r е относителното електрическо съпротивление на почвата, $\Omega \times m$;

D - външен диаметър на тръбопровода, m;

H - дълбочина от повърхността на

2.2. Determination of the insulation condition of the pipeline

As a criterion for the border state of isolation of the pipeline using the continuity, transverse damage and value of the transition resistance.

Assessment of the condition of the insulation coating in the pit include the following parameters:

- type of insulation material, the appearance of the coating (the presence, location, area of cross faults) nature of the coverage; (the presence of cracks, the thickness of the perimeter, the presence of an envelope);
- adhesion, whose value is determined on a specific methodology;
- the size of the transition resistance.

Simultaneously determine the relative electrical resistance of the ground in the location of the trench.

The value of the transition resistance R is determined by the particular methodology, or by megohmmeter with kilohms scale and voltage 100 V.

The condition of the insulating coating is measured at actual transient resistance R_{ϕ} compared with the critical (limit) R_K final value of transient resistance of the pipe-soil. Critical (limit) transient resistance of diagnosing pipeline section is determined by solving the transcendental equation:

where ρ_r relative electrical resistance of soil, $\Omega \times m$;

D - outer diameter of pipe, m;

H - depth from the surface of the

земята до горната образуваща на тръбопровода, m;

h – дебелина на стената на тръбата, m.

Уравнението се решава чрез метода на подбор на стойността на R_k , осигуряваща равенство на лявата и дясната части на уравнението с точност 0,5.

Ако фактичката стойност на преходното съпротивление е по-малка от критичното ($R_\phi < R_k$), се прави извод за пълната деградация на изолационното покритие на дадения участък от тръбопровода.

Ако $2 R_k^3 R_\phi^3 R_k$, то покритието се намира на границата на защитните свойства. Ако $R_\phi > 2 R_k$ и има само пасивна защита на газопровода, то се пресмята остатъчният срок на работа на изолационното покритие.

При определяне на изолационното покритие на участъка на газопровода, като напълно деградиращо или намиращо се на границата на защитните свойства, в случай на икономическа целесъобразност се определя корекция на режимите на работа на действащите установки ЕХЗ, а при недостатъчност на предприетите мерки – за устройството на газопровода с допълнителни пасивни и активни средства за ЕХЗ.

При икономическа нецелесъобразност на допълнителните защитни мероприятия се определят мероприятията по защитата на локалните зони и остатъчният срок на работа на газопровода се пресмята с отчитане на прогнозираното намаление на дебелината на стената на тръбата в резултат на корозията, изключвайки защитните свойства на изолацията.

2.3. Определяне на степента на корозионните повреди на метала

Като критерии за граничното състояние на тръбата се приема проходната корозионна повреда или остатъчната дебелина на стената на тръбата, която не

ground to the top forming the pipeline, m;

h – wall thickness of the tube, m.

The equation is solved by the method of selected but the value of R_k , ensuring equality of the left and right parts of the equation with accuracy 0,5.

If the actual value of the transition resistance is less than the critical ($R_\phi < R_k$), finding that the complete degradation of the insulating coating of the section of the pipeline.

If $2 R_k^3 R_\phi^3 R_k$, it cover located on the border of the protective properties.

If $R_\phi > 2 R_k$ and there are only passive protection of the pipeline, it calculates the remaining term of operation of the insulating coating.

In determining the insulation cover the section of the pipeline, fully degrading or on the border of the protective properties, in the case of money is determined correction of the functioning of existing installations EChP, while failure of the measures taken - the structure of the pipeline with additional passive and active means of EChP.

In economic appropriateness of additional protective measures are defined events in defense of local areas and the remaining term of operation of the pipeline is calculated taking into account the projected reduction in the thickness of the trub due to corrosion exclude the protective properties of the insulation.

2.3. Determine the extent of corrosion damage to metal

As criteria for boundary condition of the pipe is assumed passage corrosion damage or residual

допуска по-нататъшна експлоатация на газопровода от условията за осигуряване на дълготрайност (фиг. 1).

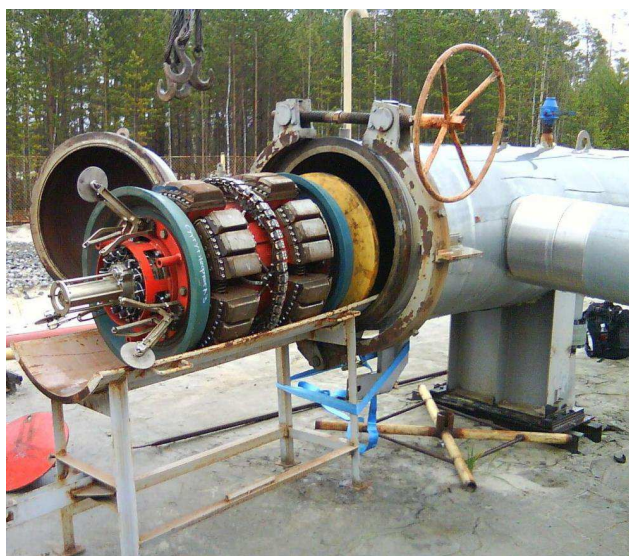
thickness of the pipe wall which prevents further operation of the pipeline conditions to ensure durability (Fig. 1).



Фиг. 1. Почистване и диагностика на участък от магистрален газопровод
Fig. 1. Cleaning and diagnostics section of the highway gas pipeline

Влиянието на корозионното износване върху големината на остатъчния срок на работа на тръбата на газопровода се определя чрез пресмятане по определена методика.

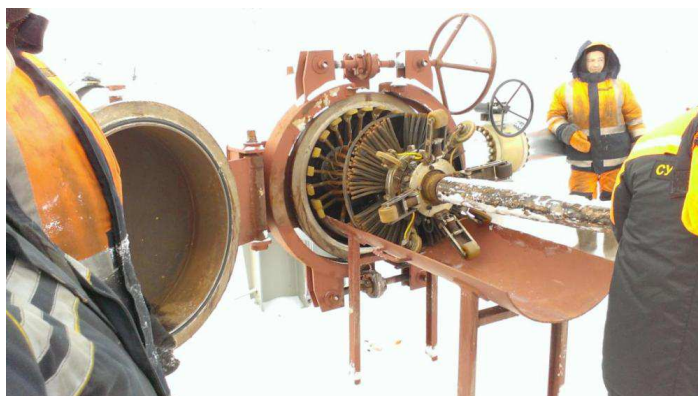
Influence of corrosive wear on the size of the remaining term of operation of a gas pipe is determined by calculating a particular methodology.



Фиг. 2. Магнитен дефектоскоп за надлъжно намагнитване
Fig. 2. Magnetic flaw detector for longitudinal magnetization

По резултатите от пресмятането се определя възможността за по-нататъшна експлоатация на газопровода, както без извършване на ремонт, така и при условия на провеждане на ремонт по метода на абразивното почистване или чрез други допустими ремонтни методи.

On the results of the calculation is determined possibility of further operation of the pipeline, as without repair, and in terms of conducting repair method abrasive cleaners or other eligible repair methods.



Фиг. 3. Профиломер за диагностика на тръбопровод
Fig. 3. Profilers Diagnostic conduit

2.4. Определяне на качеството на заваръчните съединения

Ако в процеса на експлоатация не се забелязват течове през заваръчните съединения или техни пропуски, то съединенията се приемат за годни и не се извършва тяхната проверка.

Ако заваръчното съединение е попаднало в зоната на шахтата и в процеса на експлоатация са били открити повреди в челния (строителния) или заводския (надлъжен или спирален) заваръчен шев, а също е открито, че външният им вид не съответства на изискванията на нормативните документи, заваръчното съединение подлежи на проверка по методите за безразрушителен контрол в съответствие с установените норми.

2.5. Определяне на физикомеханичните свойства на метала на тръбите

При продължителна експлоатация на газопровода възникват деградационни изменения на свойствата на метала на тръбите, в това число:

- намаляване на пластичността, изразяващо се в приближаване на стойностите на границата на провлачване на метала s_T и временното съпротивление s_B ;
- намаляване на ударната якост a_H (KCU).

Допустимите стойности на изброените критерии, отнесени към температура 20°C, за тръби от ниско въглеродна стомана, трябва да бъдат в границите:

2.4. Determining the quality of welded joints

If during the operation no noticeable leaks in welds or their deficiencies, the compounds are considered to be fit and not carry out their inspection.

If the weld is caught in the area of the shaft and during the operation were found damaged in the front (construction) or factory (longitudinal or spiral) weld, and also found that their appearance does not match the requirements of the normative documents the weld is subject to testing methods for non-destructive testing in accordance with established standards.

2.5. Determination of physical and mechanical properties of the metal pipe

In continuous operation of the pipeline occur degradation changes of the properties of the metal pipe, including:

- reduction of plasticity manifested in approaching the values of the yield stress of the metal s_T and temporary resistance s_B ;
- reduce the impact strength a_H (KCU)

Limit values listed criteria referred to 20 ° C, for pipes from low carbon steel, should be in the range:

$$s_{\text{тф}}/s_{\text{вф}} < 0,9;$$

$$a_{\text{нф}}(\text{KCU})_{20^{\circ}\text{C}} < 30 \text{ J/cm}^2.$$

Фактическите стойности на физико-механическите свойства на метала се определят:

$s_{\text{тф}}$, $s_{\text{вф}}$ – по БДС, и по изключение, чрез пресмятане на стойностите на твърдостта, получени чрез преносим твърдомер или коерцитиметър по определено методика;

$a_{\text{нф}}$ (KCU) - (ударната якост фактическа) – чрез приборен безразрушителен метод или чрез разрушителен метод;

$s_{\text{кцф}}$ (пръстеновидно напрежение фактическо) - чрез приборен безразрушителен метод или чрез пресмятане по формула.

Граничната допустима стойност за фактическите пръстеновидни напрежения ($s_{\text{кцф}}$) в стената на газопровода трябва да бъде не повече от 0,75 s_{T} .

Actual values of physico-mechanical properties of the metal is determined:

$s_{\text{тф}}$, $s_{\text{вф}}$ – BDS and, exceptionally, by calculating the values of hardness obtained by portable solid example or factor meter defined methodology;

$a_{\text{нф}}$ (KCU) - (impact strength factual) - Indicated by nondestructive method or by the method of the destructive;

$s_{\text{кцф}}$ (ring voltage actual) - by utensils or nondestructive method by calculating a formula.

Border limit for the actual ring voltages ($s_{\text{кцф}}$) in the wall of the pipeline should be no more than 0,75 s_{T} .



Фиг. 4. Ремонтване /подмяна/ на участък от газопровод след диагностика
Fig. 4. Repair / replacement / section of a pipeline after diagnosis

3. ИЗВОД

При достигане до граничната стойност на който и да е от посочените по-горе критерии, участъка от газопровода следва да бъде ремонтиран или подновен чрез повторно полагане /смяна на тръбите/ (фиг. 4).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Инструкция по диагностиране на техническото състояние на подземни стоманени газопроводи. РД 12-411-01. М., АООТ «ВТИ», 1994.
- [2] Киров, Д. Топлинно стопанство. С., ДИ "Техника", 2012.

3. CONCLUSION

When reaching the limit of any of the above criteria, the section of the pipeline should be repaired or renewed by relaying or replacing pipes / (Fig. 4).

LITERATURE

- [1] Instructions for diagnosing technical condition of underground steel pipelines. RD 12-411-01. M., AOOT «VTI», 1994.
- [2] Киров, D. Heat economy. S., DI "TECHNIQUE", 2012.
- [3] Stamov, St. and others. Guide for HVAC. Part I. S., DI "Technique",

- [3] *Стамов, Ст. и др.* Справочник по отопление, вентиляция и климатизация. I част. С., ДИ"Техника", 1990.
- [4] *Стамов, Ст. и др.* Справочник по отопление, климатизация и охлаждане. II част. С., ДИ"Техника", 2001.
- [5] *Стамов, Ст. и др.* Справочник по отопление, климатизация и охлаждане. III част. С., ДИ"Техника", 1993.
- [6] https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTb45nkaG_gon2QqauXQ_zZtEQOmu-EWvDFi9OMaploDHHUTVBVNQ
- [7] <http://www.riadagestan.ru/upload/iblock/628/628feb4e618ee142c07037039725b758.JPG>
- [8] http://riadagestan.ru.images.1c-bitrix-cdn.ru/upload/fotonews/result_image_small43317.jpg?140637986342822
- [9] <http://tomsk-tr.gazprom.ru/d/story/da/145370/dsc07153.jpg>
- [10] http://www.vostokoil.ru/image_resize.php?fileName=Image/surgut2011/vtd1/1.jpg&maxWidth=1000
- [11] http://www.vostokoil.ru/image_resize.php?fileName=Image/vtd1/17.jpg&maxWidth=1000

За контакти:

- доц. д-р инж. Иван Стефанов Лазаров, GSM: 0878-115-586; e-mail: isl51@abv.bg; Факултет „Техника и технологии“ – Ямбол при Тракийски университет – Ст. Загора, 8600, гр. Ямбол, ул. „Граф Игнатиев“ № 38 п.к. 110.

- 1990.
- [4] *Stamov, St. and others.* Guide for heating, air conditioning and cooling. Part II. S., DI "Technique", 2001.
- [5] *Stamov, St. and others.* Guide for heating, air conditioning and cooling. Part III. S., DI "Technique", 1993.
- [6] https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTb45nkaG_gon2QqauXQ_zZtEQOmu-EWvDFi9OMaploDHHUTVBVNQ
- [7] <http://www.riadagestan.ru/upload/iblock/628/628feb4e618ee142c07037039725b758.JPG>
- [8] http://riadagestan.ru.images.1c-bitrix-cdn.ru/upload/fotonews/result_image_small43317.jpg?140637986342822
- [9] <http://tomsk-tr.gazprom.ru/d/story/da/145370/dsc07153.jpg>
- [10] http://www.vostokoil.ru/image_resize.php?fileName=Image/surgut2011/vtd1/1.jpg&maxWidth=1000
- [11] http://www.vostokoil.ru/image_resize.php?fileName=Image/vtd1/17.jpg&maxWidth=1000

Contact:

- Assoc. Prof. Eng. Ivan Stefanov Lazarov, GSM: 0878-115-586; e-mail: isl51@abv.bg; Faculty "Engineering and Technology" - Yambol at Trakia University Stara Zagora, 8600, c. Yambol, "Graf Ignatiev" № 38, pk 110