

6. Сержан, С.Л. Оснащение грунтозаборного устройства рабочим органом с объемным гидродвигателем. Горное оборудование и электромеханика. – 2013. – № 10. – С. 39–42.

7. Сержан С. Л., Медведков В. И. Особенности энергообеспечения грунтозаборного устройства добычного комплекса для подводной добычи // Горное оборудование и электромеханика. – М., 2014. – № 10. – С. 23–29.

8. Ялтанец И.М., Егоров В.К. Гидромеханизация. Справочный материал. – М.: Издательство МГГУ, 1999. – 338 с.

УДК: 621.6

**АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
МАТЕРИАЛОВ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ГАЗОПРОВОДОВ
С ИХ ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ
И ОСТАТОЧНЫМ РЕСУРСОМ**
**ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP OF THE PHYSICO-CHEMICAL
PROPERTIES OF POLYETHYLENE GAS PIPELINE MATERIALS WITH THEIR
TECHNICAL CONDITION AND RESIDUAL LIFE**

Мельникова А.В., Доронин К.И., ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет», Санкт-Петербург, melnikova_av@pers.spmi.ru
Melnikova Alena*, Doronin Kirill, St. Petersburg Mining University, Saint Petersburg, melnikova_av@pers.spmi.ru

Аннотация. Большое количество полиэтиленовых газопроводов в России нуждается в диагностике для определения их технического состояния. В работе рассматривается взаимосвязь между установленными в нормативных документах параметрами полиэтиленовых (ПЭ) труб для газопроводов и физико-химическими свойствами ПЭ с целью поиска критериев определения технического состояния и оценки ресурса действующих ПЭ газопроводов для обеспечения их безопасной эксплуатации.

Ключевые слова: полиэтиленовые трубопроводы, физико-химические свойства, техническое состояние.

Abstract. A large number of polyethylene gas pipelines in Russia require diagnostics to determine their technical condition. The paper presents the relationship between the parameters of polyethylene (PE) pipes for gas pipelines established in the regulatory documents and physical and chemical properties of PE in order to find criteria for determining the technical condition and estimating the resource of existing PE gas pipelines to ensure their safe operation.

Key words: polyethylene pipelines, physical and chemical properties, technical condition.

Введение. Начиная с 1980-х годов, в России массово вводились в эксплуатацию полиэтиленовые (ПЭ) газопроводы, и в настоящее время общая протяженность трубопроводов составляет более 300 тыс. км [1]. Материал имеет устойчивые прочностные и эксплуатационные характеристики, поэтому нормативный срок службы таких труб составляет 50 лет [2]. В ближайшее время возраст значительного числа ПЭ газопроводов достигнет этого значения. В связи с этим стоит задача разработки методики диагностирования технического состояния газопроводов и оценки их ресурса.

Анализ взаимосвязи физико-химических свойств

В настоящее время в соответствии с действующими стандартами ГОСТ Р 58121.1-2018 и ГОСТ Р 58121.2-2018 контролю подлежат геометрические, механические, теп-

лофизические и другие параметры ПЭ труб при их производстве до ввода в эксплуатацию. Полный объем этих испытаний требует использования образцов общей длиной более 10 м [3]. Проведение такого объема испытаний на образцах, вырезанных из эксплуатируемых трубопроводов, является нерациональным и требует вывода газопровода из эксплуатации. Предлагается провести выбор показателей, для которых можно было бы сделать вывод о техническом состоянии ПЭ газопровода в целом на основе испытаний малоразмерных образцов [4].

В работе были систематизированы параметры, характеризующие эксплуатационные свойства труб ПЭ газопроводов, определяемые испытаниями по ГОСТ [5, 6], включая полноразмерные испытания, и сделана попытка установления их взаимосвязи с результатами испытаний малоразмерных образцов.

На рис. 1 приведены параметры по ГОСТ, соответствующие им эксплуатационные характеристики, физико-химические свойства, определяющие эти характеристики и методы анализа этих свойств на малоразмерных образцах.

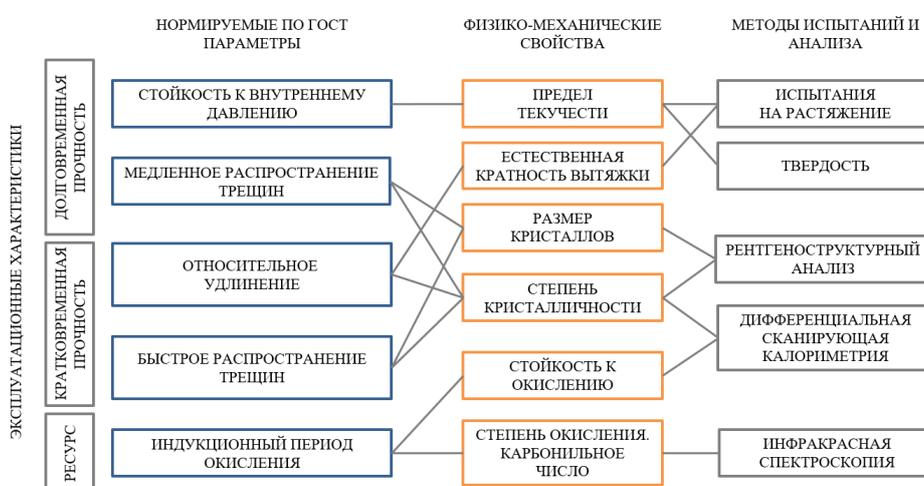


Рис. 1. Перечень параметров и установленных взаимосвязей

В качестве эксплуатационных характеристик предлагается использовать долговременную прочность, кратковременную прочность и ресурс ПЭ газопроводов. Каждая характеристика определяется совокупностью параметров, таких, как стойкость к внутреннему давлению, твердость [7], медленное и быстрое распространение трещин, относительное удлинение [8] и стойкость к окислению.

Заключение. Исследование перечня установленных в нормативных документах параметров полиэтиленовых труб для газопроводов и физико-химических свойств ПЭ позволило установить взаимосвязи между ними. Таким образом, критериями, по которым предлагается проводить диагностику технического состояния и оценки ресурса ПЭ газопроводов на основе испытаний малоразмерных образцов, являются предел текучести, степень кристалличности, размер кристаллов, стойкость к окислению и степень окисления [9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Скворцов А. А., Мартышкин А. Ю. Полиэтиленовые газопроводы – новый уровень промышленной безопасности систем газораспределения в России. Вестник науки и образования. – 2016. – № 2 (14). – С. 18–21.
2. Кузнецова О.В., Сергеев В.И., Калугина Е.В., Горбунова Т.Л., Сафронова И.П., Коврига В.В. Полимерные газопроводы служат долго // Полимерные трубы. – 2007. – № 4. – С. 50–55.

3. Мельникова А.В. Необходимость разработки методики диагностирования технического состояния и продления ресурса полиэтиленовых газопроводов. Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых: материалы XIV Всерос. науч.-техн. конф. (г. Пермь, 9–12 ноября 2021 г.) : в 2 т. – Пермь – Екатеринбург, 2021.

4. Vinogradova, A.; Gogolinskii, K.; Umanskii, A.; Alekhovich, V.; Tarasova, A.; Melnikova, A. Method of the Mechanical Properties Evaluation of Polyethylene Gas Pipelines with Portable Hardness Testers. *Inventions* 2022, 7, 125. <https://doi.org/10.3390/inventions7040125>.

5. ГОСТ Р 58121.2-2018 (ИСО 4437-2:2014). «Пластмассовые трубопроводы для транспортирования газообразного топлива. Полиэтилен (ПЭ). Часть 2. Трубы».

6. ГОСТ Р 58121.1-2018. Пластмассовые трубопроводы для транспортирования газообразного топлива. Полиэтилен (ПЭ). Часть 1. Общие положения (с Поправкой). – М.: Стандартинформ, 2018 год.

7. Umanskii Aleksander, Gogolinskii Kirill, Syasko Vladimir, Golev Artem. Modification of the Leeb Impact Device for Measuring Hardness by the Dynamic Instrumented Indentation Method. *Inventions*. 2022; 7 (1):29.

8. ГОСТ 11262-2017. Пластмассы. Метод испытания на растяжение. – М.: Стандартинформ, 2018.

9. M. Bredács, A. Frank, A. Bastero, A. Stolarz, G. Pinter, Accelerated aging of polyethylene pipe grades in aqueous chlorine dioxide at constant concentration, *Polymer Degradation and Stability*, Volume 157, 2018, Pages 80-89, ISSN 0141-3910.

УДК 622.831

**КОМПЕТЕНТНОЕ ЛИЦО В КОМПЛЕКСНОМ
ГЕОМЕХАНИЧЕСКОМ ОБОСНОВАНИИ БЕЗОПАСНЫХ
ПАРАМЕТРОВ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ
A COMPETENT PERSON IN THE COMPLEX GEOMECHANICAL
SUBSTANTIATION OF SAFE PARAMETERS FOR THE DEVELOPMENT
OF SOLID MINERAL DEPOSITS**

Мороз Н.Е., аспирант, Санкт-Петербургский горный университет,
moroz.nikita.1998@mail.ru

Moroz N.E., Post – graduate student, Saint-Petersburg mining university,
moroz.nikita.1998@mail.ru

Аннотация. Современные специалисты – геомеханики интегрируют фундаментальные знания о поведении массива горных пород в реализуемые процессы разработки месторождений твердых полезных ископаемых, идентифицируют и оценивают риски, внедряют цифровые двойники в производство, а также генерируют наиболее безопасные варианты ведения горных работ. В статье приводится краткая характеристика области знаний компетентных лиц в области геомеханики.

Ключевые слова: геомеханический расчет, геологический анализ, оценка геодинамической и гидрогеологической обстановки, безопасные параметры, разработка твердых полезных ископаемых.

Abstract. Modern geomechanics specialists integrate fundamental knowledge about the behavior of a rock mass into ongoing processes for the mining of solid mineral deposits, identify and assess risks, implement digital twins in production, and also generate the safest min-