

ГОСПРОМНАДЗОР МЧС РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ОАО «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ БЕЛАРУСЬ»
ОАО «ПОЛОЦКТРАНСНЕФТЬ ДРУЖБА»
ЧУП «ЗАПАД-ТРАНСНЕФТЕПРОДУКТ»
ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Сборник тезисов
IX Международной научно-технической
конференции

(Новополоцк, 18 – 20 декабря 2018 г.)



Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2018

Редакционная коллегия:

В.К. Липский (председатель),
А.Г. Кульбей, А.Н. Козик, Л.М. Спиридёнок,
А.П. Андриевский (отв. за выпуск)

Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта : сб. тез. IX Междунар. науч.-техн. конф., Новополоцк, 18 – 20 декабря 2018 г. / УО «Полоц. гос. ун-т» ; под общ. ред. В.К. Липского ; редкол.: В.К. Липский (пред.) [и др.]. – Новополоцк : Полоцкий государственный университет, 2018. – 108 с.

ISBN 978-985-531-623-8.

В сборник включены тезисы докладов по проблемам обеспечения безопасности при эксплуатации и техническом обслуживании трубопроводов и оборудования нефтегазопроводов и нефтегазохранилищ, а также по экологическим, экономическим и правовым аспектам этой проблемы.

Материалы предназначены для научных и инженерно-технических работников, занятых проектированием, сооружением и эксплуатацией трубопроводного транспорта, а также для преподавателей вузов, аспирантов, магистрантов и студентов.

УДК 621.644; 624.139.2

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО И ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМОВ НА НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУБОПРОВОДОВ

Г. П. Бровка, К. А. Агутин, А. Г. Бровка, И. В. Дедюля
Институт природопользования НАН Беларуси

Все промышленные трубопроводные системы относятся к опасным производственным объектам, поэтому обеспечение высокой надежности эксплуатации трубопроводов является важной задачей, как с экономической, так и экологической точек зрения. Магистральные трубопроводы и отводы от них в основном прокладываются в деятельном слое грунтов, в котором происходят периодические изменения температурного и влажностного режимов. Это в определенных условиях может вызывать деформацию и деструкцию защитных покрытий трубопроводов.

В лаборатории физико-химической механики природных дисперсных систем Института природопользования НАН Беларуси уже более 30 лет ведутся экспериментальные и теоретические исследования процессов переноса тепла, влаги, водорастворимых соединений, а также преобразования структуры и формирования напряженно-деформированного состояния в почвах, грунтах и горных породах. Конечной целью указанных исследований является прогноз температурно-влажностного режима, концентрации водорастворимых соединений, преобразования структуры и напряженно-деформированного состояния в почвах, грунтах и горных породах для оценки и оптимизации состояния инженерных объектов, контактирующих с указанными природными средами.

К одним из наиболее опасных природных явлений, оказывающим влияние на инженерные объекты, относится морозное пучение. В этом направлении нами разработаны теоретические основы, приборная база и программные средства, позволяющие прогнозировать и регулировать морозное пучение грунтов. В свое время с помощью разработанных методов была решена задача о предотвращении выпучивания обсадных колон на Вынгапуровском газовом месторождении.

Методом компьютерного моделирования показано, что за счет периодического изменения температурного и влажностного режима деятельного слоя грунта в местах прокладки магистральных газопроводов интенсифицируется поступление из поверхностного слоя в нижележащие слои грунта кислорода и активных водорастворимых соединений. Это непосредственно может сказываться на деструкции защитных покрытий и коррозии трубопроводов.

Моделированием установлено, что изменения уровня грунтовых вод наиболее существенное влияние оказывают на деформацию трубопровода

проложенного через заболоченные территории с уровнем стояния грунтовых вод в 1 – 3 м. При этом, изменение уровня грунтовых вод в указанных пределах существенно изменяет среднее влагосодержание слоя грунта контактирующего с трубопроводом, что приводит к смещению оси трубопровода на десятки сантиметров. Наиболее неблагоприятные ситуации возникают при наличии грунтов с различными деформационными характеристиками вдоль трассы трубопровода. Например, чередование заторфованных и песчаных участков. В таких случаях при колебании уровня грунтовых вод на заторфованных участках будут возникать знакопеременные деформации трубопровода.

С помощью методов компьютерного моделирования было выявлено, что для приближенного расчета деформации торфяной залежи с расположенным в нем трубопроводом при изменении уровня грунтовых вод можно использовать следующие эмпирические формулы:

$$W = 1.3 \left[\frac{P_n}{g\rho_B} + (h_{zv} - h_{nm}) - \frac{1}{3} + 0,44 \right], \quad \lambda_d = 1 - \frac{0,7 + W_o}{0,7 + W}, \quad S = \lambda_d \cdot H_{mз},$$

где P_n – давление, создаваемое трубопроводом и лежащим на нем грунтом, в нижней части трубопровода, Па; g – ускорение свободного падения, м²/с; ρ_B – плотность воды, кг/м³; h_{zv} – уровень грунтовых вод, м; h_{nm} – уровень нижней части трубопровода, м; λ_d – относительная деформация залежи; W_o – исходное влагосодержание, кг/кг; W – текущее влагосодержание, кг/кг; $H_{mз}$ – мощность торфяной залежи под трубопроводом, м; S – изменение положения трубопровода, м.

В переходных зонах между участками с легкодеформируемыми грунтами и участками, представленными грунтами с жестким скелетом, необходимо выполнить подсыпку песчаными породами, с таким расчетом, чтобы мощность легкодеформируемой породы под трубопроводом на протяжении достаточно большого расстояния (50–150 м) плавно снижалась со стороны участка с легкодеформируемыми породами до нулевого значения.