

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СООРУЖЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДА В УСЛОВИЯХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

**А.Н. Чехлов**

Научный руководитель доцент Н.В. Чухарева

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Согласно Энергетической стратегии России [5], изменение географии добычи углеводородов до 2030 года будет осуществляться за счет освоения месторождений Восточной Сибири, Дальнего Востока, полуострова Ямал, континентального шельфа арктических морей. Реализация стратегии требует развития сети магистральных нефтепроводов в районах, характеризующихся распространением многолетнемерзлых грунтов, где строительство и эксплуатация нефтепроводов осложняется опасными геокриологическими процессами: осадкой и морозным пучением грунта [1, 4].

Защита нефтепровода от воздействия опасных геокриологических процессов может быть технического и технологического характера. К техническим решениям относится тепловая изоляция труб, замена льдистого грунта в основании траншеи, применение надземного способа прокладки. Технологическим решением является понижение температуры перекачиваемой нефти.

Цель работы: выбор оптимального сочетания технических и технологических решений, обеспечивающего безопасность эксплуатации магистрального нефтепровода в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов.

В работе рассмотрен магистральный нефтепровод диаметром 720 мм, трасса которого проходит по участкам многолетнемерзлых грунтов, отличающихся величиной осадки при растеплении.

Выбор оптимального сочетания защитных мер осуществляется по алгоритму, блок-схема которого представлена на рисунке 1. Основа этого алгоритма позаимствована из исследовательской работы [2] и дополнена с учетом особенностей эксплуатации нефтепроводов на многолетнемерзлых грунтах.

Суть алгоритма состоит в выявлении варианта, характеризующегося минимальными суммарными затратами на осуществление мероприятий инженерной защиты при строительстве и операционными затратами на перекачку нефти за весь период эксплуатации. При этом защитных мер должно быть достаточно, чтобы обеспечить соблюдение условия прочности трубопровода на всем протяжении трассы.

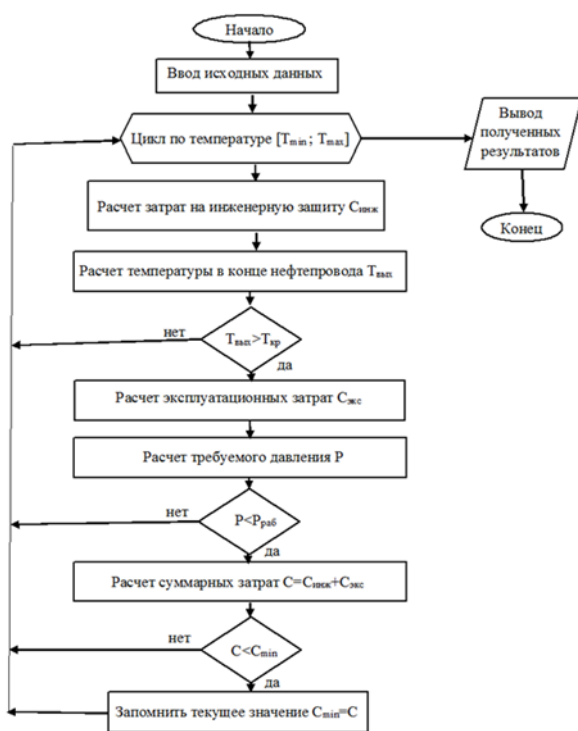
Для выявления допустимых мероприятий инженерной защиты, которые обеспечивают надежную эксплуатацию нефтепровода, по методикам, предложенным в нормативных документах [6–7], необходимо выполнить следующие расчеты: глубины заложения оси нефтепровода; температуры нефти в начале участка; глубины оттаивания грунта в основании нефтепровода; осадки нефтепровода; дополнительных напряжений в стенке трубы; соблюдения условия прочности.

Для каждого допустимого способа инженерной защиты магистрального нефтепровода базисно-индексным методом составляется смета проведения строительных работ. Затраты на меры инженерной защиты магистрального нефтепровода складываются из стоимости реализации защитных мер на всех

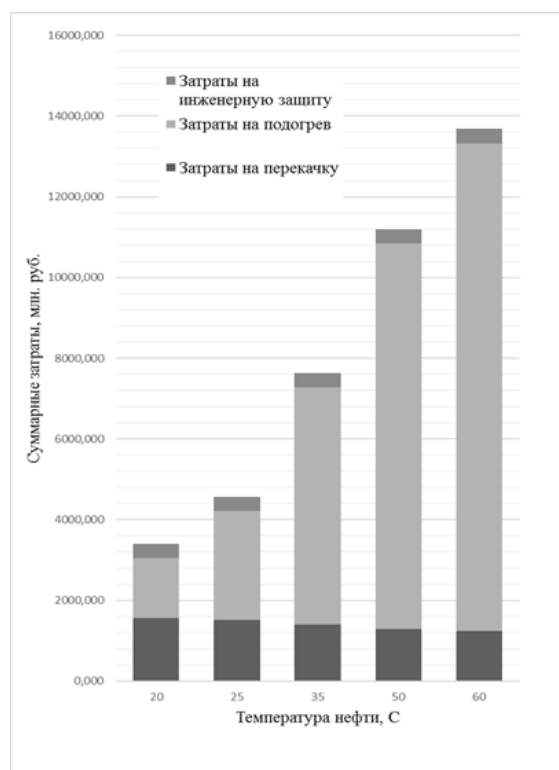
## СЕКЦИЯ 4. НОВЕЙШИЕ СИСТЕМЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОДВОДНОГО ИЗУЧЕНИЯ ШЕЛЬФА АРКТИКИ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

участках трассы и по принципу минимальной стоимости реализации выбирается оптимальный вариант.

Для определения затрат на перекачку нефти необходимо по методикам, предложенным в нормативном документе [3], выполнить расчет следующих технологических параметров перекачки: вязкости нефти; плотности нефти; потерь напора на трение; мощности электродвигателей насосов; расхода топлива на подогрев нефти.



**Рис.1** Алгоритм выбора оптимального сочетания технических и технологических мер защиты нефтепровода



**Рис.2** Суммарные затраты на проведение защитных мероприятий

Для рассматриваемого в работе магистрального нефтепровода оптимальным выбран вариант, затраты на осуществление которого составили 3405,8 млн. рублей, что более чем в 4 раза меньше самой дорогостоящей альтернативы (рис. 2). Таким образом, предложенный алгоритм показал свою эффективность и может быть использован при проектировании магистральных нефтепроводов, прокладываемых в районах распространения многолетнемерзлых грунтов.

### Литература

1. Димов Л.А. Строительство нефтепроводов на многолетнемерзлых грунтах в южной части криолитозоны Центральной и Восточной Сибири // Нефтяное хозяйство. – 2008. – № 2. – С. 104–106.
2. Жапбасбаев У.К. и др. Расчет оптимальной температуры перекачки для транспортировки нефти // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2015. – № 4. – С. 61–65.

3. ОР 03.220.99-КТН-009-07 Регламент разработки технологических карт магистральных нефтепроводов ОАО «АК «Транснефть».
4. Примаков С.С. и др. Теплосиловое взаимодействие горячих подземных трубопроводов с многолетнемерзлыми грунтами // Нефтяное хозяйство. – 2013. – № 11. – С. 128–131.
5. Распоряжение Президента РФ от 13.11.2009 № 1715-р «Об Энергетической стратегии России на период до 2030 года» // Собрание законодательства РФ. – 2009. – №. 48.
6. СП 25.13330.2012 Основания зданий и сооружений на вечномерзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88.