

УДК 621.64

## ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЛАНДШАФТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕ- И НЕФТЕПРОДУКТОПРОВОДОВ БЕЛАРУСИ

*канд. техн. наук, доц. В.К. ЛИПСКИЙ, Д.П. КОМАРОВСКИЙ,  
М.Е. ХОРУН, А.Г. КУЛЬЕЙ, Д.А. ПОЗДНЯКОВ  
(Полоцкий государственный университет)*

*Рассмотрены технические и ландшафтные характеристики магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов Беларуси. Приведено распределение причин аварий, сопровождающихся выходом нефти из внутренних полостей магистральных нефтепроводов. Показано, что наиболее серьёзную экологическую опасность представляют подводные переходы.*

По территории Республики Беларусь трассы магистральных нефтепроводов (МНП) и нефтепродуктопроводов (МНПП) проложены в шести коридорах. По этим трубопроводам нефть и нефтепродукты (далее - нефть) транспортируются на экспорт в страны Западной Европы, Украину, Латвию; некоторая часть нефти поступает на нефтеперерабатывающие заводы, расположенные в Новополоцке и Мозыре.

Сооружение МНП и МНПП на территории Беларуси началось в первой половине 60-х годов. Основные технические данные МНП и МНПП приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные технические данные магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов,  
расположенных на территории Беларуси

Наименование трубопровода	Протяжённость коридора, км	Диаметр трубы, мм	Год ввода в эксплуатацию нефтепровода
Гомельское предприятие по транспорту нефти «Дружба» (концерн «Белнефтехим»)			
Унеча - Мозырь I	183	820	1966
Унеча - Мозырь II		1020	1972
Мозырь - Брест I	441	630	1966
Мозырь - Брест II		720	1972
Мозырь - Брест III		820	1978-2000
Мозырь - Броды I	64	720	1973
Мозырь - Броды II		720	
Речица - Мозырь	85	530	1970
Новополоцкое предприятие по транспорту нефти «Дружба» (концерн «Белнефтехим»)			
Унеча - Полоцк I	450	820	1964
Унеча - Полоцк II			1974
Полоцк - Биржай - Мажейкяй	112,5	720	1977
Полоцк - Вентспилс	112,5	720	1968
Сургут - Полоцк	83	1020	1981
ЧПУП «Запад - Транснефтепродукт»			
Унеча-Дисна	402,5	530/377	1964
Унеча - Стальной Конь	214,4	530	1966
Дисна - Илуксте	90,5	530	1974
Полоцк - Минск	278	426	1987- 1990

Общая протяжённость технических коридоров, в которых проложены МНП и МНПП по Беларуси составляет 2516,4 км, а суммарная длина всех трубопроводов в одностороннем исчислении - 3891,4 км. Средний диаметр НП - 772 мм; средний диаметр МНПП - 504 мм.

В состав МНП Беларуси входят 9 насосных станций, 84 резервуара общей вместимостью 1 004 900 м<sup>3</sup> по строительному номиналу. Эксплуатацию МНП на территории республики осуществляют два предприятия трубопроводного транспорта, а эксплуатацию МНПП - одно.

До 1992 года эксплуатация и техническое обслуживание МНП и МНПП, расположенных на территории Беларуси, осуществлялись в рамках единой системы магистральных трубопроводов Советского Союза, что определяло единую техническую политику их эксплуатации и технического обслуживания. Естественно,

что трубопроводы Беларуси и России, несмотря на несоизмеримость их масштабов, имеют близкие технические характеристики.

В Беларуси, как и в России, фактический срок эксплуатации большинства магистральных трубопроводов приближается к тому моменту, когда значительно возрастает интенсивность отказов и аварий. По мере увеличения возраста трубопроводов (табл. 2) усиливается тенденция к снижению их надёжности и повышению вероятности аварий. Старение трубопроводов сопровождается снижением защитных свойств изоляционных покрытий, накоплением и развитием дефектов в трубах и сварных соединениях и процессами старения металла труб.

Таблица 2

Сроки эксплуатации МНП и МНПП Беларуси

Срок эксплуатации	Протяжённость в одноконтурном исчислении	Процент от общей протяжённости		
		2000 г.	2005 г.	2010 г.
<b>Нефтепроводы</b>				
30 лет и более	1889,5	29%	59%	62%
От 20 до 30 лет	575,5	33%	5 %	2%
От 10 до 20 лет	-	2%	-	-
Менее 10 лет	441	11 %	11 %	11 %
<b>Нефтепродуктопроводы</b>				
30 лет и более	616,9	16%	18%	18%
От 20 до 30 лет	90,5	2%	-	-
От 10 до 20 лет	278	-	7%	7%
Менее 10 лет	-	7%	-	-
<b>Все трубопроводы</b>				
30 лет и более	2506,4	45 %	77%	80%
От 20 до 30 лет	666	35%	5%	2%
От 10 до 20 лет	278	2 %	7 %	7%
Менее 10 лет	441	18 %	11 %	11 %

На рис. 1 приведено распределение причин аварий, сопровождающихся выходом нефти из внутренних полостей магистральных нефтепроводов, которые произошли на РУП «Гомельтранснефть «Дружба» и Новополоцком РУПТН «Дружба» за весь период их эксплуатации (по данным журналов регистрации аварий и инцидентов).

**Группы причин аварий в процентах**



Рис. 1. Распределение причин аварий по группам

Основные последствия аварий на МНП и МНПП проявляются в экологической сфере. Скорость накопления нефтепродуктов в водных и почвенных экосистемах в результате техногенного загрязнения значительно опережает скорость их биодegradации естественным путем, а существующие технологии не позволяют справляться с такими загрязнениями быстро и эффективно.

Для оценки экологической опасности, которую могут представлять МНП и МНПП Беларуси, необходимо рассмотреть геоландшафтные характеристики территорий, по которым проходят трассы.

Северо-западная часть территории Беларуси расположена в водосборном бассейне Балтийского моря, а её юго-восточная часть - в бассейне Чёрного, следовательно, трассы нефтепроводов также проложены по территориям этих водосборных бассейнов (рис. 2).

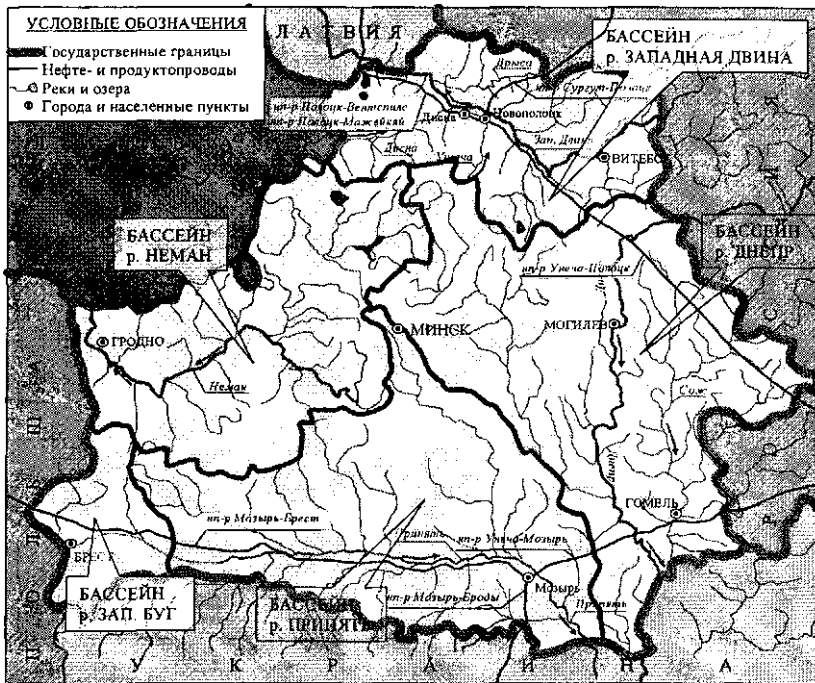


Рис. 2. Схема магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов, расположенных на территории Беларуси

По территории бассейна реки Западной Двина (бассейн Балтийского моря) проходят трассы магистральных нефтепроводов: МНП «Сургут - Полоцк», МНП «Полоцк - Вентспилс», МНП «Полоцк - Мажейкый» и часть трассы МНП «Унеча - Полоцк»; трассы магистральных нефтепродуктопроводов: МНПП «Дисна - Илуксте», и часть трассы МНПП «Унеча - Полоцк». По территории бассейна реки Днепр (относящегося к бассейну Чёрного моря) проходят трассы МНП «Унеча - Мозырь», МНПП «Стальной Конь - Запад» и часть трассы МНП «Унеча - Полоцк» и МНПП «Унеча - Полоцк», а в бассейне реки Припять (приток Днепра) - трассы МНП «Мозырь - Брест» и МНП «Мозырь - Броды».

В зависимости от микрорельефа, степени дренированности территории и механического состава почв нефть и нефтепродукты в случае аварии будут либо интенсивно проникать в грунт и распространяться с поверхностными грунтовыми водами, либо распространяться преимущественно по поверхности до пересечения с водным объектом. В любом случае при аварии будут иметь место как процессы горизонтального перемещения нефтепродуктов, так и вертикального, соотношение этих процессов будет определяться в основном свойствами ландшафта, в пределах которого произошла авария.

Наиболее сложная организация ландшафтов свойственна северу республики, где все компоненты ландшафтов примерно одного возраста. Анализ геоландшафтной ситуации был проведен в зоне прохождения магистральных нефтепроводов по территории бассейна реки Западной Двина. Анализ проводился на уровне рода ландшафта, который определяется мезорельефом и структурой почвенно-растительного покрова.

Для трасс МНП и МНПП, которые проходят в северной и северо-восточной части республики, характерно большое разнообразие ландшафтов, комплексность почвенного покрова и наличие значительного количества водных объектов. В качестве примера можно привести геоландшафтную структуру трассы МНП «Унеча - Полоцк» (рис. 3).

Преобладающим родом ландшафта, по которому проходит 21 % протяженности трассы, является лесовый ландшафт, дренированный, с широколиственно-еловыми и вторичными мелколиственными лесами на дерново-палево-подзолистых почвах.

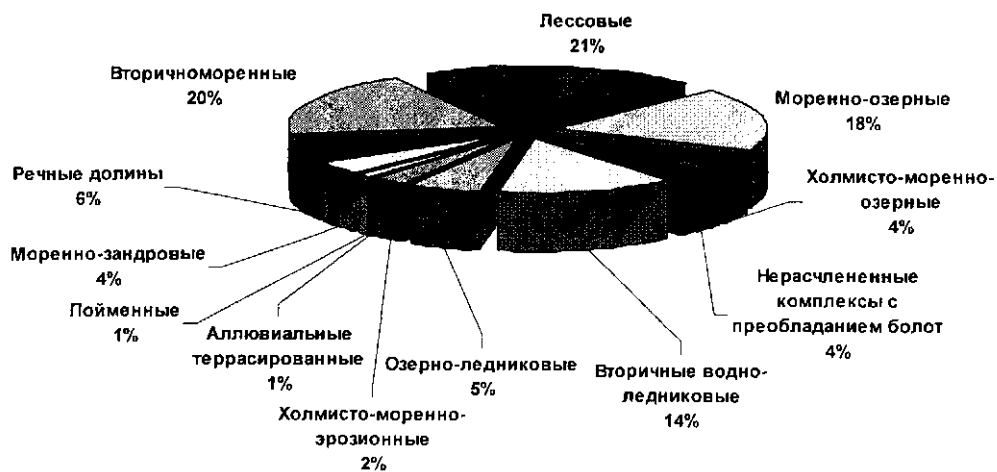


Рис. 3. Геоландшафтная структура (на уровне рода ландшафта) трассы МНП «Унеча- Полоцк»

Характерная особенность этих ландшафтов - развитая долинно-овражно-балочная сеть. Лессовидные породы, легко поддающиеся размыву, - одно из благоприятных условий оврагообразования. Образованию оврагов способствует и высокая степень освоенности территории. Балки и овраги наиболее развиты по склонам долин рек. Однообразие водораздельных пространств нарушается многочисленными западинами (блюдами), возникшими в результате выщелачивания лессовидных пород дождевыми и тальми снеговыми водами. Из описания территории следует, что в случае аварии нефть будет перемещаться по овражно-балочной сети до ближайшего водотока, либо скапливаться в понижениях рельефа, обусловленных наличием большого количества суффозионных западин.

Территория отличается низкой (15 %) лесистостью. Леса встречаются как небольшие вкрапления среди полей и представлены широколиственно-еловыми и осиновыми фитоценозами, играющими важную водоохранную и противозерозионную роль.

Вторым по распространенности родом ландшафта, по которому проходит 20 % протяженности трассы, являются вторично-моренные ландшафты, умеренно дренированные, с широколиственно-еловыми и сосновыми лесами на дерново-подзолистых, реже заболоченных почвах.

В структуре почвенного покрова доминируют дерново-подзолистые супесчаные почвы. На хорошо дренированных междуречьях с ними соседствуют дерново-палево-подзолистые почвы. Плоские участки и понижения заняты дерново-подзолистыми заболоченными почвами. Для ландшафтов характерны сосновые фитоценозы, тяготеющие к супесчано-песчаным почвам придолинных зандров и камовых холмов. Промывной режим почв этих ландшафтов в значительной степени способствует выносу загрязняющих веществ с грунтовыми водами и самоочищению.

Третьим по распространенности родом ландшафта, по которому проходит 18 % протяженности трассы, являются моренно-озерные ландшафты, разной степени дренированности, с еловыми, широколиственно-еловыми, вторичными мелколиственными лесами, лугами на дерново-подзолистых и дерново-подзолистых заболоченных почвах.

Почвенный покров отличается пестротой. К хорошо дренированным водоразделам и другим положительным формам рельефа приурочены дерново-подзолистые суглинистые, реже супесчаные почвы. На плоских междуречьях и в межхолмных понижениях распространены дерново-подзолистые заболоченные почвы, доля которых в структуре почвенного покрова довольно велика. В днищах котловин и ложбин стока формируются дерновые заболоченные и торфяно-болотные почвы.

В южной части республики все ландшафты относятся к полесскому (широколиственно-лесному) подтипу и отличаются от ландшафтов северной части страны - подтаёжного (смешанно-лесного) подтипа - менее сложной организацией. Литогенная основа этих ландшафтов более древняя. Их геологическая основа сформировалась под влиянием деятельности тальных вод днепровского ледника и представлена преимущественно песчаным материалом. В гипсометрическом отношении территория приурочена к абсолютным отметкам 140 - 155 м. Поверхность волнистая, нередко плоская с колебаниями относительных высот 2 - 3 м. Характерная особенность рельефа - наличие дюн.

На большей части ландшафтов распространены низкие по качеству, дерново-подзолистые песчаные почвы, которые на плоских водоразделах сменяются дерново-подзолистыми заболоченными. Распаханность земель ограниченная (до 20 %).

Лесистость в основном составляет 30 -50, реже 70 %. Преобладают сосняки, занимающие сухие песчаные почвы. Свообразием этим фито ценозам придает подлесок из дроков красильного и германского, ракитника русского, граба. Типичны также широколиственно-сосновые леса, избирающие более увлажненные почвы. Из широколиственных пород существенна доля дуба и граба. Небольшими массивами распространены дубравы, чаще всего орлякового и черничного типов.

Эти территории служат водосбором многих притоков Припяти, Днепра, Сожа, Западного Буга.

Необходимо отметить, что МНП и МНПП Беларуси проходят по территории с густой развитой речной сетью вдоль крупных рек трансграничного сообщения, таких как Западная Двина, Припять, Западный Буг, и на своем пути пересекают различные водотоки, которые являются притоками первого, второго и третьего порядка указанных рек, а также ручьи и каналы.

Количество пересечений трасс МНП и МНПП с различными водными объектами представлены в табл. 3. Нужно отметить, что 40 - 45 % протяженности всех трасс МНП и МНПП Беларуси проходит вдоль русел крупных рек, в непосредственной близости от них (см. рис. 2).

Таблица 3

Количество пересечений трасс МНП и МНПП с различными водными объектами

Магистральные нефтепродуктопроводы	Пересечения		
	реки	ручьи	каналы
МНП «Полоцк - Вентспилс» МНП «Полоцк - Мажейкяй» МНПП «Дисна - Илуксте»	7	17	3
МНП «У неча - Полоцк» МНПП «У неча - Полоцк»	46	15	11
МНП «Сургут - Полоцк»	10	-	-
МНП «У неча - Мозырь» МНПП «Стальной Конь - Запад»	6	24	2
МНП «Мозырь - Брест»	13	5	96
МНП «Мозырь - Броды»	1	1	6

Из проведенного анализа ситуации следует, что в случае аварии на МНП и МНПП велика вероятность попадания нефти в водотоки, а её дальнейшее распространение будет происходить по гидрологической системе вплоть до попадания в главную реку.

Непосредственную и наиболее серьёзную экологическую опасность представляют линейные участки магистральных нефтепроводов, проложенные под руслом водотоков - подводные переходы. На территории Беларуси магистральные нефтепроводы пересекают 15 крупных рек, среди которых Припять, Сож, Днепр, Западная Двина. Всего эксплуатируется 18 подводных переходов МНП и 8 подводных переходов МНПП. Суммарное количество ниток подводных переходов МНП и МНПП составляет 80 шт. (табл. 4).

Таблица 4

Количество подводных переходов на трассах МНП и МНПП

Трассы	Количество крупных переходов	Суммарное количество ниток подводных переходов	В том числе через реки	Пересечение ручьёв
Нефтепроводы	18	64	Зап. Двина, Дисна, Ула, Днепр, Сож, Припять, Горынь, Ствига, Стырь, У борть, оз. Глиницкое	261
Нефтепродуктопроводы	8	16	Припять, Днепр, Сож, Бесядь, Дисна	72

Возраст действующих подводных переходов составляет от 17 лет до 41 года (рис. 4). Наибольшее количество переходов имеет возраст более 33 лет.

Существующие основные нитки подводных переходов выполнены с использованием труб равнопроходного диаметра по сравнению с основным трубопроводом, что позволяет пропускать по ним внутритрубные инспекционные снаряды и очистные устройства. Однако резервные нитки подводных переходов не имеют камер пуска и камер приема очистных устройств, что не позволяет пропустить по ним внутритрубные инспекционные снаряды и не позволяет получить точной картины прочностного состояния резервной нитки.

С учетом возраста подводных переходов, многие из которых достигли послеамортизационного срока эксплуатации, возникает необходимость в анализе аварийности подводных переходов для определения наиболее вероятных причин их выхода из строя.

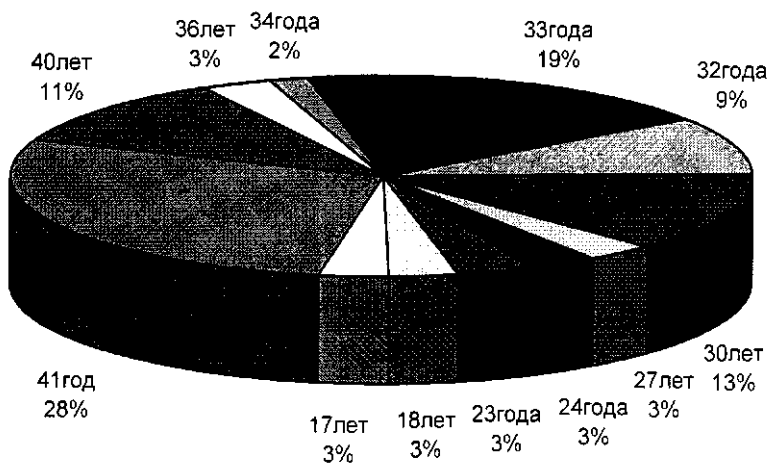


Рис. 4. Возрастное расщепление подводных переходов МНИ и МНПП

Анализ аварийности подводных переходов магистральных нефтепроводов для определения наиболее вероятных причин их выхода из строя, используя лишь статистику аварий по Республике Беларусь, выполнить затруднительно из-за низкого объема выборки (64 элемента). Поэтому целесообразно использовать статистику аварийности Российской Федерации, где эксплуатируется 1200 ниток подводных переходов (общей протяженностью более 1300 км).

На рис. 5 приведены данные АК «Транснефть» (усредненные) о причинах аварий на подводных переходах магистральных нефтепроводов в России.

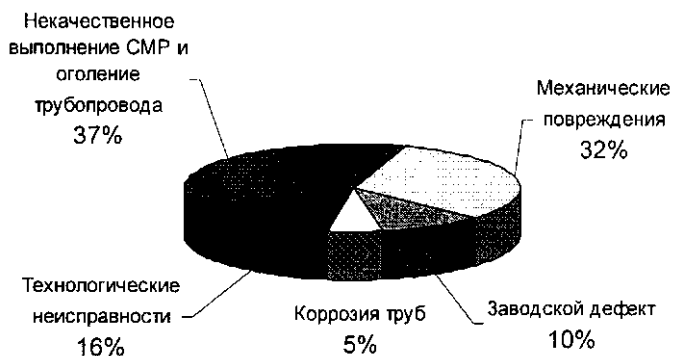


Рис. 5. Распределение причин аварий

Республика Беларусь обладает протяжённой сетью МНП и МНПП, большая часть которых имеет возраст 30 и более лет, что усиливает тенденцию к снижению их надёжности и повышению вероятности аварий. Магистральные нефте- и продуктопроводы Беларуси проходят по территории с густой развитой речной сетью вдоль крупных рек трансграничного сообщения и на своем пути пересекают различные водотоки, которые являются притоками первого, второго и третьего порядка, а также ручьи и каналы. Непосредственную и наиболее серьёзную экологическую опасность представляют подводные переходы. В целом МНП и МНПП являются опасными производственными объектами, возможные аварии на которых могут повлечь за собой большие негативных последствий в экологической сфере, в основном за счёт загрязнения водных объектов.