

где $w^\infty(\omega)$ – перемещение бесконечной пластины под воздействием плоской гармонической волны; P_n – компенсирующие нагрузки [2], обеспечивающие выполнение произвольных граничных условий.

На первом этапе решения задачи определяются нормальные перемещения пластины в упругой среде под воздействием плоской гармонической волны. При этом рассматривается бесконечная пластина. Все функции, входящие в выражение перемещений, меняются по гармоническому закону. Для понижения степени производных по координатам применяется преобразование Фурье. Решается вспомогательная задача, позволяющая установить связь между напряжениями в грунте и перемещениями средней линии преграды, для чего находятся поверхностные функции влияния. В результате решения связанной задачи о движении грунта и преграды определяется перемещение на границе преграды и полупространств, заполненных упругой средой в бесконечной постановке задачи.

Далее определяется функция влияния для перемещений пластины от воздействия дельта-функции Дирака. После чего, возвращаясь к уравнению (3) и исходя из граничных условий (1) или (2) для соответствующих видов закрепления преграды, определяются значения компенсирующих нагрузок P_n . Стоит отметить, что граничные условия могут быть любыми, и в данном случае в первом примере было рассмотрено шарнирное закрепление исходя из соображений дальнейшей верификации путем решения аналогичной задачи через разложение в ряды Фурье.

Изложенный подход позволяет определять перемещения грунта как на границе среды и преграды, так и в глубине среды «2». При этом способы закрепления преграды могут быть любыми.

Список литературы

- 1 Горшков, А. Г. Волны в сплошных средах / А. Г. Горшков. – М. : Физматлит, 2004. – 472 с.
- 2 Метод компенсирующих нагрузок в задачах теории тонких пластинок и оболочек / Э. С. Венцель [и др.]. – Харьков : Б. и., 1992. – 92 с.
- 3 Корн, Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. Корн, Т. Корн. – М. : Наука, 1974. – 832 с.

УДК 656.073.9

РАЗВИТИЕ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

О. Г. ГЕЛИВЕР, С. В. ЛЯХОВ, В. В. КОЗЛОВ

*Белорусский научно-исследовательский институт транспорта
(БелНИИТ «Транстехника»), г. Минск*

Благодаря активному развитию и внедрению цифровых технологий в логистические процессы, 2022 год не только принес, значительные преимущества для европейской и национальной логистики, но и обозначил ряд новых вызовов и рисков в развитии логистической системы и транзитного потенциала Республики Беларусь. Происходящие изменения в экономике страны предопределяют создание принципиально новой системы управления грузопотоками, основанной на современной технологии и логистических принципах перемещения грузов.

Анализ логистической системы Республики Беларусь.

В целом анализ рынка логистической и транспортно-экспедиционной деятельности, факторов и условий, влияющих на развитие логистической системы Республики Беларусь, показывает следующее.

1 Тенденции развития логистической и транспортно-экспедиционной деятельности в Республике Беларусь сопоставимы с тенденциями, протекающими в странах Европы. В частности, увеличивается доля операций с использованием цифровых стандартов и стартапов, направленных на совершенствование цепей поставок.

2 Транспортные, транспортно-экспедиционные компании логистические операторы активно используют интеллектуальные системы автоматизации процессов на основе цифровизации, начиная простейшими логистическими операциями, заканчивая онлайн-агрегаторами, смарт-контрактами, виртуальными платежами и использованием блокчейн-технологий.

3 В декабре 2021 года Правительством был утвержден План мер по созданию условий для ускоренного развития сферы логистических услуг в Республике Беларусь (далее – План мер) (утвержден Заместителем Премьер-министра Республики Беларусь Сиваком А. А. 2 декабря 2021 г. № 37/222-693/11832р). Выполнение Плана мер находится в прямой зависимости от общеевропейских трендов в различных областях логистической системы и управления цепями поставок, микро- и макроэко-

номических оценок и процессов, протекающих в Республике Беларусь, а также от влияния международных санкций в отношении отдельных белорусских компаний.

4 На глобальном (наднациональном) уровне можно выделить такие закономерности:

- цифровизация логистической деятельности;
- либерализация, повышение конкуренции и развитие услуг в цепочках поставок;
- трансформация систем таможенного регулирования;
- привлечение инвестиций в развитие торговой и транспортной инфраструктуры, включая онлайн-системы управления цепями поставок;
- совершенствование системы преференцирования и льготирования логистической деятельности;
- развитие системы координационной деятельности в развитии логистики, в том числе за счет консолидации государственных органов, заинтересованных в развитии логистической деятельности в государстве;
- вовлечение участников экономической деятельности, финансовых структур и научных кругов в международные цепи поставок;
- развитие новых межрегиональных (панъевропейских) транспортных коридоров в обход Беларуси.

5 На внутреннем уровне можно выделить следующие закономерности:

- уровень спроса на товары, составляющие доминанту белорусского экспорта;
- совершенствование правовых условий и базы осуществления хозяйственной деятельности субъектов логистического, транспортного, транспортно-экспедиционного бизнеса в сопредельных с Беларусью государствах и непосредственно в Республике Беларусь;
- политика РФ, направленная на переориентацию российских экспортных грузопотоков с портов стран Балтии на собственные порты, расположенные в Санкт-Петербурге и Ленинградской области.

6 Развитие национальных логистических систем в сопредельных с Беларусью государствах предусмотрено в схожих по тематике стратегических документах логистической направленности: программах развития, дорожных картах, мастер-планах, концепциях и т. д.

7 Улучшению условий транзита автомобильным транспортом по территории республики с использованием МТК способствуют:

- реконструкция и строительство по параметрам первой категории автомобильных дорог, соединяющих столицу с областными центрами;
- реконструкция, ремонт и содержание автомобильных дорог, входящих в международные транспортные коридоры, с доведением параметров нагрузки на ось до 11,5 тонны;
- развитие придорожного сервиса.

Цифровизация логистической системы Республики Беларусь.

Основные задачи, стоящие перед транспортными организациями, предусматривают снижение стоимости перевозок, улучшение их качества, сокращение сроков доставки, гармоничное сочетание на рынке транспортных услуг всех видов современного транспорта на основе нормальной межвидовой и внутривидовой конкуренции, их координацию при смешанных перевозках, создание в транспортной отрасли общего информационного пространства.

В качестве приоритетной, сформировалась концепция логистики, основанная на консолидации участников системы товародвижения для обеспечения непрерывности и бесперебойности движения грузов, снижения совокупных издержек во всей логистической цепи от производителя до потребителя.

Сегодня во многих логистических секторах экономики увеличивается доля операций с использованием цифровых стандартов и стартапов, направленных на совершенствование цепей поставок в экосистемах которые, в свою очередь, меняют правила игры в бизнесе. Транспортные, транспортно-экспедиционные компании, логистические операторы активно обращаются к интеллектуальным системам для автоматизации процесса согласования перевозок с имеющимися логистическими мощностями. Происходит увеличение доли «цифры» в цепи поставок, начиная от простейших логистических функций, заканчивая онлайн-агрегаторами, смарт-контрактами, виртуальными платежами и использованием блокчейн-технологий. Обоснованные решения на основе аналитики баз данных быстро становятся нормой логистики в последние годы при этом кроме обработки данных по прогнозам, маршрутам, расходу топлива и срокам обработки данные поставки могут быть агрегированы на уровне склада или производства.

Разработанные мероприятия Плана мер по созданию условий для ускоренного развития сферы логистических услуг в Республике Беларусь не только имеют определенную тождественность с вышеука-

занными трендами, но и направлены на их исполнение различными общественными, коммерческими и государственными структурами. Реализация положений плана включает следующие направления:

- совершенствование механизмов логистики и управления цепями поставок;
- совершенствование таможенного администрирования перемещения транспортных средств и грузов;
- развитие международного сотрудничества, проведение исследований международных и национальных логистических систем и грузопотоков;
- повышение эффективности функционирования логистических центров.

Наиболее действенным и перспективным вариантом по модернизации пунктов пропуска как элемента повышения эффективности грузопотоков является реализация мероприятий в области информатизации и цифровизации, предусмотренных Государственной программой «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 годы (далее – Государственная программа), утвержденной Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 02.02.2021 г. № 66.

Государственной программой предусмотрено развитие компонентов Единой автоматизированной информационной системы таможенных органов (далее – ЕАИС ТО). Данным мероприятием на период до 2023 года предполагается провести модернизацию автоматизированной подсистемы «Транзит таможенного союза», автоматизированной подсистемы «Модуль автоматической рассылки сообщений», а также модернизацию системы защиты информации ЕАИС ТО. К 2024 году Государственной программой предусмотрено создание интеллектуальной платформы комплексного управления и мониторинга обстановки на государственной границе.

УДК 539.42

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКВОЗНЫХ ОСЕВЫХ ДЕФЕКТОВ НА СТАТИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ ТРУБОПРОВОДОВ

М. В. ГОРОХОВА

*Филиал Самарского государственного университета путей сообщения,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

В настоящее время большое внимание уделяется исследованию технического состояния магистральных нефтепроводов методами внутритрубной диагностики (ультразвуковой и магнитный методы контроля). По результатам таких исследований удается выявить дефекты трубопроводов, которые приводят к снижению прочности отдельных участков трубопроводов и, как следствие, надежности всего трубопровода. Поэтому актуальным является определения разрушающего давления для участков магистральных трубопроводов, которые содержат различные дефекты, выявленные по результатам внутритрубной диагностики.

За время своей эксплуатации любой трубопровод испытывает как статическое, так и циклическое нагружение, что необходимо учитывать при выборе критерия предельного состояния, принимаемого для оценки прочности. Наиболее перспективным здесь является деформационный критерий, который можно использовать для различных состояний материала, а также широкой области размеров трещин. Но вместе с тем применение этого критерия к оценке прочности труб магистральных нефтепроводов с трещиноподобными дефектами в настоящее время не представляется возможным ввиду отсутствия необходимой экспериментальной информации по критическим коэффициентам интенсивности деформаций и отсутствия решения для коэффициентов интенсивности напряжений в относительно длинных несквозных трещинах в цилиндрических тонкостенных оболочках. Применение критериев линейной механики также не представляется возможным, так как хрупкое разрушение труб магистральных трубопроводов, с учетом характеристик трубных сталей и толщин стенок, может реализовываться только при температурах ниже температуры вязко-хрупкого перехода материала (от -40 до -10 °С), что ниже минимальных температур, которые зафиксированы при перекачке нефти.

Поэтому на основе экспериментальных исследований было принято, что критический размер трещин определяется на основе критерия образования пластического шарнира в ослабленном сечении. Разрушение вследствие образования пластического шарнира предполагает, что разрушение в ослабленном сечении является упругопластическим до возникновения какого бы то ни было рас-