



Рис. 5. Картины напряжений (а) и перемещений (б) резцов с призматической формой опорной поверхности пластины

Сравнивая полученные результаты, можно сделать вывод, что максимальные значения внутренних напряжений у резцов с прямой формой опорной поверхности пластины в 3,16 раза больше, чем у резцов с угловой формой и в 2,63 раза, чем у резцов с призматической формой. Также уменьшаются внутренние перемещения и деформации и возрастает запас прочности.

Л и т е р а т у р а

1. Бетанели, А. И. Хрупкая прочность режущей части инструмента / А. И. Бетанели. – Тбилиси : ГПИ, 1969. – 248 с.
2. Primus, J. F. Spezifische Beanspruchungen in den Kontaktzonen von Drehwerkseenden und ihr Einfluss auf Spanbildung und Verschleiss / J. F. Primus // Industrie Anzeiger. – 1970. – № 24. – С. 17–21.
3. Бетанели, А. И. Приспособление для поляризационно-оптического исследования напряжений в режущей части инструмента в процессе резания / А. И. Бетанели // Тр. Грузин. политехн. ин-та. – Тбилиси, 1965. – № 3. – С. 16–21.
4. Хаеи, Г. Л. Прочность режущего инструмента / Г. Л. Хаеи. – М. : Машиностроение, 1975. – 164 с.
5. Лоладзе, Т. Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента / Т. Н. Лоладзе. – М. : Машиностроение, 1982. – 320 с.
6. Писаренко, Г. С. Прочность металлокерамических материалов и сплавов при нормальных и высоких температурах / Г. С. Писаренко, В. Т. Траценко. – К. : АН УССР, 1962. – 164 с.
7. Михайлов, М. И. Сборный металлорежущий механизированный инструмент: Ресурсосберегающие модели и конструкции / М. И. Михайлов ; под ред. Ю. М. Плескачевского. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2008. – 339 с.

УДК 339.462

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ ТРАНСПОРТИРОВКИ УГЛЕВОДОРОДОВ ПРИ ОСВОЕНИИ АРКТИЧЕСКИХ ШЕЛЬФОВ

В. О. Огородник, Е. А. Шумаева

*Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Донецкий
национальный технический университет»*

Сравниваются основные способы транспортировки углеводородов при реализации проектов освоения углеводородных ресурсов континентального шельфа.

Транспортировка продукции является одной из главных составляющих цепи поставок. Цепь поставок в операционном менеджменте представляет собой множество звеньев, связанных прежде всего материальным потоком, в которую обычно входят несколько производящих и логистических организаций или одна вертикально интегрированная компания. Цепь поставок начинается с приобретения сырья, гото-

вых материалов и комплектующих изделий у поставщиков, но не всегда заканчивается продажей готовых товаров и услуг клиенту.

На производстве транспортные операции регулируют производственный процесс, обеспечивая его ритмичность и стабильность функционирования. Правильная организация работы внутризаводских транспортных операций способствует сокращению длительности производственного цикла, ускорению оборачиваемости финансовых средств, росту производительности труда. Организация транспортных операций включает в себя выбор способа транспортировки груза, выбор вида транспортных средств, выбор перевозчика и экспедитора, оптимизацию операций по транспортировке грузов [1].

Транспортный фактор является наиболее важным фактором, влияющим на сложность освоения участков российского арктического шельфа по следующим причинам:

- 1) большая удаленность от традиционных энергетических рынков сбыта;
- 2) суровые природно-климатические условия, существенно влияющие на доступные схемы транспортировки углеводородов.

По оценкам специалистов, степень разведанности запасов углеводородных ресурсов на континентальном шельфе России составляет 5,3 % при начальных суммарных ресурсах (НСР) нефти в 11 млрд т, или более 14 % НСР нефти России. Данный факт определяет высокую перспективность проведения геологоразведочных работ и вероятность открытия новых месторождений. Степень разведанности запасов природного газа на континентальном шельфе РФ составляет 9,8 % при НСР более 74 трлн м³, или более 29 % НСР газа России. На арктические месторождения приходится около 85 % добываемого в России природного и попутного нефтяного газа. Всего в 2020 г. на российских месторождениях было добыто 692,9 млрд м³ газа, где объемы, направленные на экспорт, в 2020 г. составили около 28,8 %. По контрактам ООО «Газпром экспорт» около 81 % экспортных поставок пришлось на страны Западной Европы, а 19 % – на центральноевропейские государства. Операционные издержки в цепи поставок в нефтепереработке с учетом транспортировки готовой продукции к потребителю могут составлять до 11 %. Так как нефтепереработка в России не является высокомаржинальной отраслью, снижение издержек на перевозку может существенно повысить производственную эффективность [2].

Создание единой транспортной системы для освоения углеводородных ресурсов Крайнего Севера является достаточно сложной технической задачей. Это связано с необходимостью развития существующих и строительства новых необходимых элементов транспортной инфраструктуры: подводных и наземных трубопроводов значительной протяженности, перегрузочных и накопительных терминалов, нефте- и газохранилищ, морских транспортных и вспомогательных судов и других необходимых технических средств. Каждый тип перевозки имеет собственные преимущества, недостатки, риски и перспективы, представленные в таблице.

Проведя сравнительный анализ всех вышеперечисленных способов транспортировки нефти, газа и нефтепродуктов, можно сделать вывод, что в арктических регионах европейской России, где уже есть отдельные магистральные нефте- и газопроводы, перспективным способом развития систем транспорта видится подключение периферийных скважин и месторождений к магистральным трубопроводам, а там, где проекты по освоению недр только разрабатываются, целесообразным видится осуществление расчета конкурентоспособности трубопроводного транспорта, по сравнению с морскими и железнодорожными перевозками, а также его совместимости и взаимодополняемости с этими видами перевозок для целей локальных сетевых перевозок [3].

Сравнительный анализ способов транспортировки углеводородов (составлено авторами на основе [4])

Тип перевозки	Преимущества	Недостатки	Риски	Перспективы	Вывод
Железнодорожный транспорт	<ol style="list-style-type: none"> 1. Бесперебойное функционирование в любое время года и практически при любых погодных условиях. 2. География расположения железных дорог охватывает большую часть территории. Существует возможность прямой доставки к центрам сбыта и обогащения углеводородного топлива. 3. Большой объем оказания транспортных услуг, при учете, что в полный сформированный состав входит от пятидесяти вагонов. 4. Сохранение качества и состава углеводородного топлива при транспортировке 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокая стоимость объектов инфраструктурных объектов: обустройство подъездных путей, насосно-перекачивающих, наливных станций. 2. Наличие специализированного, высокотехнологичного оборудования для наливных работ, специализированных цистерн. 3. Технологические потери нефти, газонефтепродуктов во время сливных, наливных работ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Простой из-за внеплановых ремонтов объектов инфраструктуры. 2. Быстрый износ основных фондов. 3. Повышение тарифов в связи с увеличением рыночной стоимостью материалов, необходимых для поддержания качества полотна, инфраструктуры. 4. Отказ от услуг в связи с высокой стоимостью тарифов 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Создание новых технологий строительства инфраструктуры в районах вечной мерзлоты и удаленного севера. 2. Модернизация подвижного состава. 3. Монополизация рынка грузоперевозок 	<p>При перевозках железнодорожным транспортом затраты максимальны исходя из рассчитываемых тарифных ставок, низкие показатели коммерческой скорости с учетом загрузки магистралей, перевозчик достаточно надежный</p>
Автопорт	<ol style="list-style-type: none"> 1. Большая маневренность и быстрая доставка. 2. Возможность доставки груза на объекты, удаленные от водных путей или железной дороги. 3. Независимость от сезона (в большинстве регионов) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ограниченная, фиксированная грузоподъемность. 2. Высокие ценовые тарифы перевозок. 3. Порожные обратные рейсы автоцистерн. 4. Значительные затраты на расход топлива и смазочных материалов (в сравнении с другими видами транспорта) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Реконструкция дорожного полотна и технических сооружений замедляет коммерческую скорость, а также ведет к срыву доставки грузов в указанные сроки. 2. Повышение стоимости топлива. 3. Неэффективное использование основных фондов 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Усовершенствование технологий строительства автодорог. 2. Обновление грузового автопарка 	<p>При осуществлении транспортных услуг автотранспортом затраты очень высоки, при этом сроки доставки минимальны, надежность доставки минимальна</p>

Продолжение

Тип перевозки	Преимущества	Недостатки	Риски	Перспективы	Вывод
Водный транспорт	<p>1. Относительно невысокая себестоимость оказания транспортных услуг.</p> <p>2. Пропускная способность внутренних водных путей условно ничем не ограничена.</p> <p>3. Морским и речным транспортом имеется возможность доставлять в отдаленные северные, арктические районы, не связанные с нефтеперерабатывающими комплексами, сухопутными дорогами, газовыми и нефтяными трубопроводами</p>	<p>1. Ограниченно сезонный вид перевозок.</p> <p>2. Невысокая коммерческая скорость транспортировки по воде.</p> <p>3. Порожные рейсы водных судов по обратному маршруту.</p> <p>4. Ограниченные внутриконтинентальные направления транспортировки (по судходным рекам).</p> <p>5. Небольшое количество нефтяных и газоперерабатывающих комплексов, расположенных на берегах рек</p>	<p>1. Отказ от услуг поставщика из-за ожидания товара.</p> <p>2. Простой в зимний период.</p> <p>3. Большие финансовые затраты на обслуживание</p>	<p>1. Строительством высокотехнологичных быстросходных транспортных средств.</p> <p>2. Усовершенствование инфраструктуры, модернизация портов</p>	<p>При транспортировке нефтепродуктов водными видами транспорта затраты – минимальны, сроки доставки – максимальны, перевозчик достаточно надежный [5]</p>
Магистральный (трубопроводный) способ	<p>1. Относительно низкая стоимость транспортировки (дешевле только водный транспорт).</p> <p>2. Беспереывный процесс доставки, не зависящий от климатических условий.</p> <p>3. Размещение основных коммуникаций трубопроводов независимо от рельефа местности (наземные и подземные), осуществление объемной доставки нефти, газа, нефтегазопродуктов.</p> <p>4. Сохранение качества химических характеристик с помощью полной герметизации.</p>	<p>1. Высокая стоимость основных фондов на начальных этапах строительства специализированной сети.</p> <p>2. Сложность выбора маршрута строительства сетей в районах вечной мерзлоты и горной рельефной местности.</p> <p>3. Технологические потери нефтепродуктов при пусконаладочных работах.</p> <p>4. Потеря качества нефтепродуктов из-за смешения углеводородных фракций</p>	<p>1. Высокие риски нанесения ущерба экологии (особенно при транспортировании подводными трубопроводами).</p> <p>2. Большие инвестиции в реконструкцию, модернизацию и усовершенствование технических сооружений.</p> <p>3. Быстрый износ основных фондов.</p> <p>4. Полная остановка процесса в случае выхода из строя коммуникаций</p>	<p>1. Инвестиции в модернизацию и строительство газовых, нефтяных и нефтепродуктопроводов с использованием новейших технологий для связи между северными, арктическими районами страны и потребителями</p>	<p>При оказании услуг данным видом транспорта затраты – высокие, сроки доставки – средние (от нефтепромыслов до переработки, потребителя), поставщик надежный, так как часто неохотно капитальный ремонт основных фондов</p>

Окончание

Тип перевозки	Преимущества	Недостатки	Риски	Перспективы	Вывод
Воздушный флот (дирижабли)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокая коммерческая скорость. 2. Длительное время пребывания в пути без дозаправки. 3. Отсутствие отрицательной экологической нагрузки. 4. Высокая надежность доставки грузов. 5. Минимальное строительство инфраструктуры 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Значительные финансовые вложения в инженерно-проектные изыскания. 2. Большие капитальные вложения на первоначальных этапах реализации проекта 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Большой список опасных грузов, которые запрещено перевозить дирижаблями 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Совершенствование воздушного флота. 2. Улучшение законодательства и создание правовой базы 	<p>При оказании услуг транспортировки данным способом техника бом техника требует особых мер безопасности. Способ является дорогим, но самым быстрым. Используется крайне редко</p>

Литература

1. Шibaкин, Р. С. Функциональные платформы для освоения месторождений мелководного шельфа / Р. С. Шibaкин, С. И. Шibaкин // Газовая пром-сть. – 2013. – № 2 (686). – С. 66–69.
2. Филиппова, О. В. Освоение континентального шельфа – важная задача для России / О. В. Филиппова // Газовая пром-сть. – 2014. – № 2 (702). – С. 76–77.
3. Шумовский, С. А. Перспективы освоения нового маршрута транспортировки углеводородов за счет создания нефтяного и газового терминалов на архипелаге Новая Земля / С. А. Шумовский // Георесурсы, геознергетика, геополитика. – Режим доступа: http://oilgasjournal.ru/vol_4/shumovski.html/. – Дата доступа: 10.02.2014.
4. Туренко, Б. Г. Методические аспекты сравнения использования эффективных систем транспортировки нефти, газа, нефтегазопродуктов / Б. Г. Туренко, В. А. Хамнаев // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2020. – № 3 (32). – С. 389–393.
5. Организационная и региональная структура нефтяной промышленности России / Л. В. Эдер [и др.] // Эколог. вестн. России. – 2013. – № 7. – С. 10–15.
6. Нефтегазовый комплекс России как основа формирования доходов государства / Л. В. Эдер [и др.] // Эколог. вестн. России. – 2013. – № 10. – С. 4–9.

УДК 621.65.03

**ВИБРОДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ
НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ****А. М. Панфилов***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Рассмотрена актуальность проведения технического диагностирования насосного оборудования, представлен опыт проведения вибродиагностирования данного оборудования.

Контроль работоспособности насосных агрегатов осуществляется при проведении диагностических контролей (оперативного, планового, непланового) по параметрическим и виброакустическим критериям, а также по техническому состоянию отдельных узлов и деталей, насосов, находящихся в эксплуатации. По результатам диагностических контролей принимается решение о выводе насосов в ремонт (текущий, средний или капитальный) или их дальнейшей эксплуатации. Спектральная характеристика вибрации и ее интенсивность определяются типом насоса и режимов его работы [1].

Насосное оборудование нашло широкое применение в разных сферах деятельности, в процессе эксплуатации насосного агрегата его техническое состояние меняется вследствие износа деталей и узлов, накопления повреждений, и в результате – отказ и остановка, вызванные аварийным выходом из строя насоса в целом. Такие остановки приводят к повышенному объему ремонтных работ, сокращению общего срока службы машины, повреждению базовых поверхностей, восстановление которых в условиях эксплуатации не предоставляется возможным. В результате износа растут все виды потерь – гидравлические, объемные, механические, что ведет к снижению полного КПД и всех его составляющих, а также к деформации характеристик насосных агрегатов [1].

Рассмотрим несколько примеров вибродиагностирования насосного оборудования предприятий Гомельской области с помощью виброакустического измерительного комплекса под руководством профессора Н. В. Грунтовича.