

**Региональный общественный фонд
содействия развитию линейной транспортной системы**

Предложение

**Магистральный трубопровод,
совмещённый с технологической струнной трассой
в условиях севера России**



Москва, 2001

Описание предложения

В ближайшие 100 лет трубопроводы останутся самым эффективным средством транспортировки жидких и газообразных углеводородов. С развитием добычи нефти и газа в Восточной Сибири, Сахалине и других Северных районах России, только в предстоящие 20...30 лет предстоит построить около 45 тыс. км трубопроводных систем, которые являются крупными распределёнными инженерными сооружениями, непосредственно связанными с землёй.

В процессе строительства и эксплуатации таких инженерных систем, ими оказывается существенное негативное воздействие на окружающую природную среду, а природные факторы, в свою очередь, сильно влияют на их надёжность и безопасность.

Предстоящие большие объёмы строительства трубопроводов, на долгое время определяют состояние природной среды, прилегающей к таким системам. Поэтому, уже сегодня необходимо приступить к поиску и применению новых технологий строительства и эксплуатации трубопроводов, особенно в Сибири и на Севере России, которые позволили бы приблизиться к нахождению оптимального компромисса существования трубопроводных систем и природной среды.

Возможные решения этих проблем связаны с идеей повышения независимости трубопроводов от грунтов (земли), в которые помещаются практически все трубопроводные системы. При этом должна быть обеспечена, при минимальных дополнительных капитальных вложениях, по сравнению с существующими технологиями строительства трубопроводов, их надёжная эксплуатация в течение всего срока службы с нанесением минимального ущерба природе.

Сама эта идея не нова, но не могла быть реализована, т.к. не сопровождалась очевидным выигрышем в технологии строительства и

эксплуатации трубопроводов, а требовала лишь дополнительных капитальных и эксплуатационных затрат.

Вместе с тем, появление технологий, связанных с использованием новых, прорывных инженерных решений на уровне ноу-хау, позволяет ещё раз вернуться к реализации этой идеи.

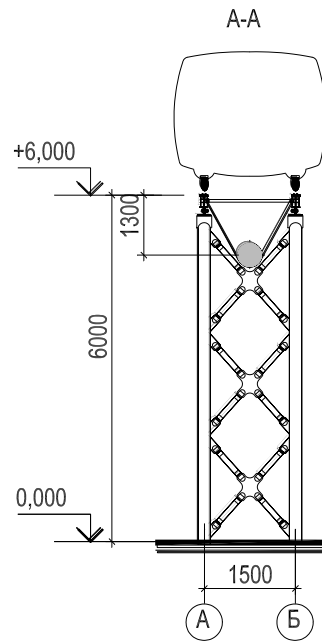
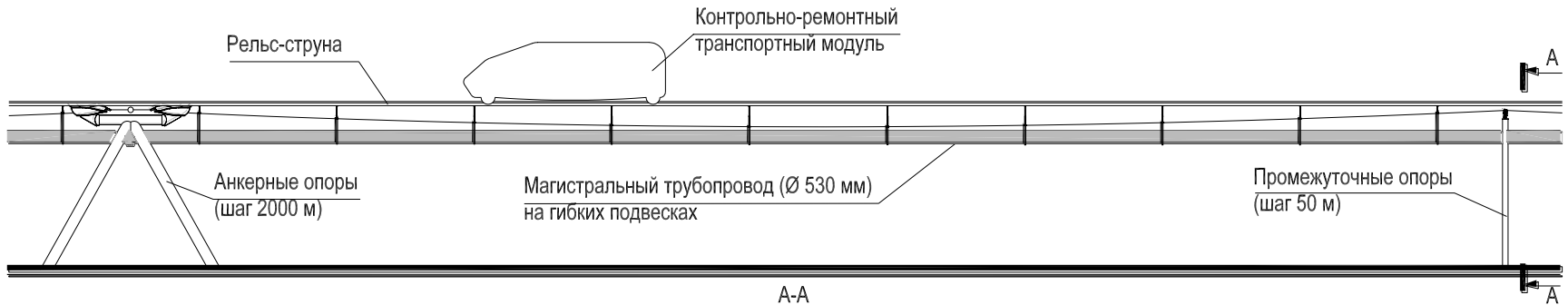
Используя “Струнные коммуникации Юницкого” (СКЮ), которые представляют собой размещённую на опорах предварительно напряжённую растянутую канатно-балочную конструкцию с рельс-струнами, по которым осуществляется движение колёсных модулей, можно уменьшить взаимное негативное влияние трубопроводов и окружающей среды.

Струны и рельсы в СКЮ предварительно растянуты (предварительно напряжены) и жёстко крепятся к анкерным опорам, устанавливаемым через 1...5 км, в зависимости от размеров преодолеваемых естественных преград и технологии предварительного натяжения. Путьевая структура поддерживается промежуточными опорами, расположенными через 24...500 м. Суммарная горизонтальная технологическая (или аварийная) нагрузка на анкерные опоры составляет, в зависимости от расчётной несущей способности, длины пролёта и др., от 100 до 5000 тонн. Суммарные вертикальные нагрузки на анкерные и промежуточные опоры (с учётом веса технологических транспортных модулей) – от 15 до 300 т. Горизонтальные нагрузки на промежуточные опоры отсутствуют. После монтажа трассы горизонтальные нагрузки испытывают только концевые анкерные опоры, то есть первая и последняя опоры.

Промежуточные и анкерные опоры (высота которых может быть от 5 до 50 м и более) изготавливаются из стальных труб диаметром от 80 до 2000 мм в зависимости от усилий в элементах.

Предлагается объединить магистральный трубопровод и СКЮ в единую предварительно напряжённую систему, прикрепив на подвесках предварительно напряжённую (растянутую) трубу (см. рис.).

Магистральный нефтепровод,
совмещённый с технологической струнной трассой



Тем самым решаются три основные проблемы:

1. Трубопровод становится относительно независимым от влияния негативных процессов, проходящих в земле, а особенности эксплуатации трубопроводов не оказывают пагубного влияния на легко уязвимую природу Севера.
2. Появляется возможность использования транспортной линии СКЮ для строительства трубопроводов, а затем и технического и эксплуатационного обслуживания, как трубопровода, так и самой трассы, а также транспортировки различных видов грузов и пассажиров.
3. Наличие надёжной транспортной системы позволит изменить подход к освоению территорий, прилегающих к таким трубопроводным системам.

Естественно, принципиально изменяется технология строительства трубопровода.

Вначале строится технологическая трасса СКЮ. Скорость её монтажа (установка анкерных и промежуточных опор, натяжение канатов и т.д.) при заранее выполненном основании составляет до 500 м в сутки. Материалы и конструкции доставляются к месту установки в готовом, комплектном виде, по уже готовому участку струнной трассы.

Фундаменты анкерных и промежуточных опор, в зависимости от конкретных инженерно-геологических условий, могут выполняться:

- из железобетона (буронабивные или буроинъекционные сваи с предварительным обжатием основания, забивные сваи сплошного или полого сечения, столбчатые или плитные фундаменты на естественном основании, сплошные понтонного типа при слабых грунтах для промежуточных опор и др.);
- из металла (бурозавинчивающиеся с незамерзающим заполнителем);

- комбинированные (винтонабивные) и специального исполнения для условий вечной мерзлоты, которые особенно хорошо зарекомендовали себя при строительстве и эксплуатации на сезонно - и вечномёрзлых грунтах в условиях Сибири и Севера России.

Наиболее рационально в условиях Крайнего Севера производить строительство свайных фундаментов несущей конструкции в холодное время года, а монтаж самой путевой структуры и трубопровода возможен в любое время года.

Монтаж трубопровода осуществляется вслед за монтажом несущей структуры. Доставка труб и монтаж трубопровода ведутся по путевой структуре с помощью технологических транспортных модулей. Изготовление трубопровода выполняется в стационарных условиях плетями сваренных труб (длиной до 400 м) с последующей их доставкой к месту монтажа по путевой структуре с помощью нескольких технологических транспортных модулей.

На готовой путевой структуре монтаж трубопровода можно осуществлять навстречу, или в разных направлениях, с концов, с середины, или с промежуточных площадок. Изоляцию стыков труб трубопровода необходимо выполнять после её монтажа и предварительного напряжения (натяжения) со специально оборудованного технологического транспортного модуля. Таким образом, последовательно, от одной анкерной опоры к другой осуществляется монтаж всего трубопровода.

Металлоёмкость всей несущей конструкции и путевой структуры (без учёта подземной части опор и трубопровода) – 55 кг стальных конструкций на погонный метр трассы (для подвешивания трубопровода диаметром 375 мм; при большем диаметре расход металла увеличивается примерно пропорционально диаметру трубопровода), что менее расхода металла на изготовление одного рельса Р60 магистрального желез-

нодорожного пути.

Кроме того, предлагаемая конструкция предусматривает возможность её демонтажа в будущем (после выработки месторождения) в обратном порядке (кроме оснований) и повторное её использование.

Рассмотрим преимущества СКЮ и экологические аспекты использования этой технологии в условиях Севера России:

1. На этапе строительства трубопровода:

- при использовании технологических модулей сокращается необходимость использования большого количества тяжёлых землеройных, транспортных и грузоподъёмных машин на всём протяжении трассы;
- отказ от использования тяжёлой техники и большого количества наземных технологических операций, позволит укладываться в более жёсткие нормы отвода земли под строительство;
- применение технологических схем строительства трубопровода с использованием специальных технологических транспортных модулей значительно сократит количество повреждений заводской изоляции труб;
- сократятся сроки и трудоёмкость поточного строительства, повысится культура производства;
- относительная ровность трубопровода позволит сократить количество использования магистральных труб на 1 км трассы;
- благодаря предварительному натяжению трубы трубопровода, не потребуется устройство температурных компенсаторов на всём его протяжении;
- при проходе трассы в заболоченных и обводнённых местах не потребуется использовать пригрузы для удержания

трубопроводов в проектном положении.

- объём земляных работ на всем протяжении трассы может быть сведен к минимуму, либо отсутствовать полностью.

2. На этапе эксплуатации трубопровода:

- исключаются сложные механические и тепловые взаимодействия трубопровода с геологической и гидрогеологической средой, т.к., в отличие от традиционного способа заглубления трубопровода в грунт, сопровождающегося активизацией опасных природных процессов, негативно влияющих на техническое состояние трубопроводов, приводящих нередко к аварийным ситуациям, он поднят над землёй;
- повышается его коррозиоустойчивость, т.к. меньше нарушается защитный слой изоляции трубы при отсутствии механических воздействий грунтов при их выпучивании и образовании морозобоин;
- снизятся или будут отсутствовать электрохимические процессы, способствующие ускорению коррозии труб;
- относительная прямолинейность трубопровода уменьшит сопротивление движению углеводородного сырья, снизит количество твёрдых отложений на внутренних стенках, сведёт к минимуму влияние гидравлических ударов и, как следствие, увеличится срок службы трубопровода, уменьшится мощность перекачивающих станций, их стоимость и эксплуатационные издержки;
- использование специально изготовленных технологических транспортных модулей (контрольно-ремонтных, грузопассажирских и др.) позволит выполнять контроль за состоянием трубопровода, доставлять вахтовых рабочих, продукты питания и оборудование.

Ниже приведен пример расчёта стоимости и технико-экономические показатели несущей конструкции трассы СКЮ, предусматривающей совмещение с предварительно напряжённой трубой нефтепровода. Расчёт проведен без учёта стоимости нефтепровода и затрат по его изготовлению и монтажу.

**Технико-экономические показатели
несущей конструкции трассы СКЮ,
совмещённой с нефтепроводом диаметром 530 мм,
протяжённостью 150 км**

1. Назначение – транспортировка нефти по нефтепроводу диаметром 530 мм в условиях севера России.
2. Характеристика местности – тундра на слабо пересечённой местности с вечной мерзлотой.
3. Протяжённость трассы – 150 км.
4. Планируемый годовой объём транспортировки нефти – 2 млн. т.
5. Стоимость струнно-балочной пространственной несущей конструкции, совмещённой с технологической трассой (без стоимости трубы нефтепровода) – 41 тыс. USD, в том числе:

Наименование	Кол-во (объёмы работ)	Стоимость ед. объёма работ, тыс. USD	Общая стоимость, тыс. USD
1. Струнно-балочная несущая конструкция и технологическая трасса (без стоимости трубы нефтепровода), всего:	150 км	230	34500

Наименование	Кол-во (объёмы работ)	Стоимость ед. объёма работ, тыс. USD	Общая стоимость, тыс. USD
В том числе:			
1.1. Путевая структура и несущая конструкция	150 км	140	21000
1.2. Фундаменты и опоры	150 км	90	13500
2. Технологические модули (для технического контроля, ремонта трассы)	4 шт.	25	100
3. Грузопассажирские модули	5 шт.	20	100
4. Проектно-изыскательские работы по трассе	150 км	5	750
5. Проектно-конструкторские работы по технологическим модулям и струнно-балочной пространственной несущей конструкции, совмещённой с технологической трассой	-	-	1500
6. Прочие работы и непредвиденные затраты	-	-	4050
Всего:			41000

Примечание: стоимость работ определена без учета НДС и других налогов.

6. Грузоподъёмность технологического транспортного модуля – 1...5 т, или 10...20 человек, скорость движения до 100 км/час.
7. Планируемый нормативный срок службы струнно-балочной конструкции с технологической трассой – 50 лет.

8. Удельные капитальные вложения на 1 км нефтепровода, совмещённого с технологической трассой (без стоимости трубы нефтепровода) – 274 тыс. USD.
9. Удельные эксплуатационные издержки на 1 т перекачиваемой нефти, обусловленные несущей конструкцией и технологической трассой – 0,69 USD (без учёта эксплуатационных издержек по трубе нефтепровода).

Вывод

Использование СКЮ как при строительстве, так и эксплуатации трубопроводных систем, возникновение более благоприятных условий их эксплуатации, снижение экологической нагрузки на притрассовых коридорах, отвечает требованиям перехода к качественно новым конструкциям трубопроводных систем, технологии их строительства и эксплуатации, повышению конструктивной и экологической надёжности.

Технико-экономические показатели данного предложения подлежат уточнению после предоставления исходных данных (климатология, геодезия, геология, стоимость строительных материалов и строительно-монтажных работ) в зоне строительства.

Справочно:

В настоящее время завершён проект центра ООН по населённым пунктам (Хабитат) FS-RUS-98-S01 «Устойчивое развитие населённых пунктов и улучшение их коммуникационной инфраструктуры с использованием струнной транспортной системы» под руководством академика Российской академии естественных наук А.Э. Юницкого.

С учётом положительного экспертного заключения ООН и её стремления финансировать завершённые проекты, фонд "Юнитран" в настоящее время располагает возможностью привлечения к реализации проектов средств со стороны структурных организаций ООН (ЮНИДО, ЮНЕП, ПРООН, Глобальный экологический фонд и др.) в размере 50% стоимости проекта. По опыту предыдущих лет ООН вложит указанные средства (в улучшение экологии, снижение ресурсоёмкости, защиту биоразнообразия и др.) безвозмездно.

© А.Э. Юницкий

© Региональный общественный фонд содействия развитию линейной транспортной системы

тел./факс: (095) 118-02-38
e-mail: yunitran@mtu-net.ru
[http: www.mtu-net.ru/yunitran](http://www.mtu-net.ru/yunitran)