

А.К.НИКОЛАЕВ, *д-р техн. наук, профессор, alek Nikol@mail.ru*

В.П.ДОКУКИН, *д-р техн. наук, профессор, alek Nikol@mail.ru*

О.Ф.ПУТИКОВ, *д-р техн. наук, профессор, alek Nikol@mail.ru*

A.K.NIKOLAEV, *Dr. in eng. sc., professor, alek Nikol@mail.ru*

V.P. DOKUKIN, *Dr. in eng. sc., professor, alek Nikol@mail.ru*

O.F. PUTIKOV, *Dr. in eng. sc., professor, alek Nikol@mail.ru*

СПОСОБ ПРОКЛАДКИ ПОДЗЕМНОГО ТРУБОПРОВОДА В ЗОНАХ С ПОВЫШЕННОЙ СЕЙСМИЧНОСТЬЮ

Разработан способ прокладки трубопроводов в зонах с повышенной сейсмичностью. Для компенсации сейсмических нагрузок на поверхности грунта используются плиты, которые фиксируются в грунте с помощью четырех опор. На каждом плече с помощью шарнира с возможностью поворота в вертикальной плоскости, проходящей через продольную ось трубопровода, установлен двухплечевой рычаг, одно плечо которого ориентировано нормально к продольной оси и шарнирно соединено с закрепленным бандажом, второе – ориентировано под прямым углом к плечу, направлено вдоль оси трубопровода и шарнирно соединено с тягой.

Ключевые слова: газопровод, нефтепровод, трубопровод.

THE WAY OF PIPELINE CONSTRUCTION IN AREAS OF HIGH SEISMIC ACTIVITY

The way of pipeline construction in areas of high seismic activity. Plates, which located on the ground surface and fixed in the ground by means of four supports, are used to compensate for the seismic loads. On each shoulder by a hinge to rotate in a vertical plane passing through the longitudinal axis of the pipe installed two-arm lever, one arm of which is oriented perpendicular to the longitudinal axis, and its hinged to tie attached to it, and the second arm is oriented at a right angle to the shoulder is directed along the axis of the pipeline and is pivotally connected to the rod.

Key words: gas pipeline, oil pipeline, pipeline.

В настоящее время трубопроводный транспорт нефти и газа широко развит в России и его роль повышается с ростом объемов добычи и переработки углеводородного сырья. Он является более экономичным видом транспорта этих энергоресурсов. Однако, большая часть месторождений нефти и газа находится в районах, которые характеризуются не только суровыми климатическими условиями, но и наличием вечномерзлых грунтов, естественных и искусственных препятствий.

Значительная часть территории РФ характеризуется высокой сейсмической активностью. В таких регионах страны, как Северный

Кавказ, Юг Сибири и Дальнего Востока интенсивность сейсмических сотрясений достигает 8-9 и 9-10 баллов по 12-балльной макросейсмической шкале MSK-64. Все это приводит к необходимости учитывать сейсмические воздействия на подземные трубопроводы, чувствительные к сейсмическим смещениям и динамическим воздействиям.

Данная проблема является особенно актуальной в настоящее время, когда начат грандиозный проект нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан», а также проектируется газопровод «Алтай».

Для предотвращения аварий газонефтепроводов, связанных с нарушением целост-

ности труб в результате воздействия сейсмических сил, необходимо еще на стадии проектирования выбрать наиболее целесообразный конструктивный вариант прокладки трубопроводов.

Анализ инженерных решений, обеспечивающих строительство магистральных трубопроводов в зонах с повышенной сейсмичностью, показал, что предлагаемые решения можно условно классифицировать по следующим типам:

- создание искусственных оснований различного вида под трубопроводом, включая разные опорные элементы;
- создание в трубопроводе предварительных напряжений за счет монтажных изгибов трубопровода, которые при эксплуатационных перемещениях трубопровода совместно с грунтами обеспечивают придание трубопроводу новой эксплуатационной формы, что вызывает в нем эксплуатационные напряжения, противоположные по знаку предварительным.

Надземные трубопроводы в настоящее время проектируются как системы с самокомпенсацией возникающих деформаций [1]. Существуют системы трубопроводов со слабоизогнутыми треугольными и трапециевидными в плане компенсационными участками, П-образными компенсаторами, прокладкой «змейкой» и др. [2].

Известен способ прокладки подземного трубопровода в зонах с повышенной сейсмичностью, заключающийся в отрыве

траншеи, укладке в нее трубопровода и засыпке траншеи грунтом с предварительным оснащением трубопровода приспособлениями, компенсирующими сейсмические нагрузки, в виде нанесенных на трубопровод оберток с закреплением их продольных кромок бандажами, между наружной поверхностью трубопровода и внутренней поверхностью обертки создающими зазор расчетной величины [3].

Недостатками известного способа прокладки являются сложность и достаточно высокая стоимость операции, а также сложности при проведении ремонтных и профилактических работ в процессе эксплуатации трубопровода.

В Горном университете разработан способ прокладки подземного трубопровода в зонах с повышенной сейсмичностью [4]. Техническим результатом является повышение надежности работы трубопровода за счет упрощения и удешевления операций, связанных с ремонтом и профилактикой оборудования трубопровода в процессе эксплуатации.

Способ прокладки подземного трубопровода поясняется чертежом (рис. 1, 2).

Способ прокладки подземного трубопровода в зонах с повышенной сейсмичностью осуществляется следующим образом. После отрыва траншеи 1 и укладки в нее трубопровода 2, он оснащается приспособлениями, компенсирующими сейсмические нагрузки, которые выполняются в виде размещенных по длине трубопровода 2 с одинаковыми интер-

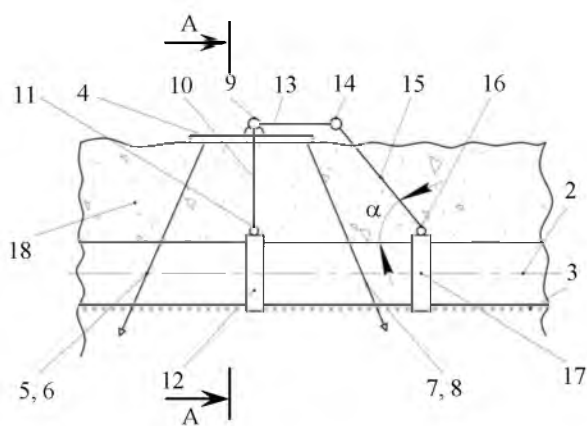


Рис. 1. Продольный разрез по длине трубопровода

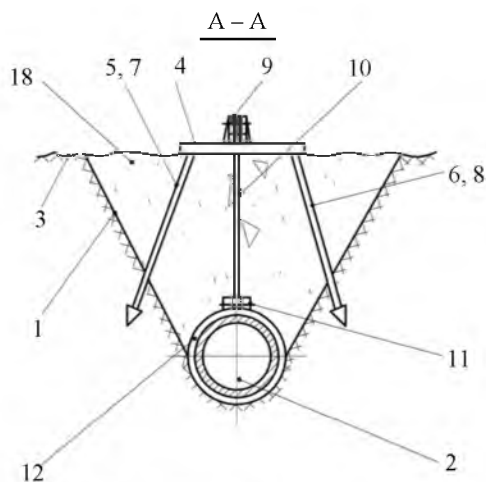


Рис. 2. Разрез трубопровода по А-А

валами и размещенных на поверхности грунта 3 плит 4, фиксируемых в грунте 3 с помощью закрепленных на плите 4 по ее периметру и размещенных в грунте 3 с отклонением наружу от плиты 4 четырех опор 5, 6 и 7, 8. На каждой плите 4 с помощью шарнира 9 с возможностью поворота в вертикальной плоскости, проходящей через продольную ось трубопровода 2, установлен двуплечий рычаг, одно плечо 10 которого ориентировано нормально к продольной оси трубопровода 2 и шарнирно 11 соединено с закрепленным на нем бандажом 12, а второе плечо 13 двуплечного рычага ориентировано под прямым углом к первому плечу 10, направлено вдоль оси трубопровода 2, шарнирно 14 соединено с тягой 15, наклонно соединенной с другим бандажом 17, также закрепленном на трубопроводе 2. После монтажа компенсационного узла траншея 1 засыпается грунтом 18.

В процессе эксплуатации трубопровода 2 при возможных сейсмических воздействиях, особенно при ориентировании сдвигающих усилий в продольном относительно трубопровода 2 направлении, эти усилия будут компенсироваться за счет описанного способа прокладки трубопровода 2. При приложении продольного усилия к трубопроводу 2 плечо 10 двуплечного рычага имеет тенденцию к повороту относительно шарнира 9, установленного на бандаже 12, закрепленном на трубопроводе 2. Однако при этом крутящий момент, создаваемый этим усилием относительно шарнира 9, установленного на плите 4, за счет кинематической связи второго плеча 13 двуплечного рычага с тягой 15 обеспечивает передачу на трубопровод 2 усилия такой же величины, но противоположного знака за счет возможности второго бандажа 17, закрепленного на трубопроводе 2, сместиться в сторону первого бандажа 12. При этом реакции от нагрузок на плечи 10 и 13 двуплечного рычага воспринимаются опора-

ми 5, 6 и 7, 8, которые, благодаря своей ориентации относительно плиты 4, фиксируют плиту в грунте 3, предотвращая смещение плиты 4 вдоль продольной оси трубопровода 2. В связи с этим при сейсмических воздействиях трубопровод не будет подвержен растягивающим усилиям. Кроме того, в процессе эксплуатации трубопровода проведение ремонтных и профилактических работ на трубопроводе при предлагаемом способе его прокладки значительно упрощается, так как удалять насыпной грунт 18 необходимо лишь в зонах размещения плит 5 с опорами 5-8.

Предлагаемое решение позволяет повысить надежность трубопровода, упростить его прокладку, а также удешевить операции, связанные с ремонтом и профилактикой оборудования трубопровода в процессе его эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев А.К. Гидротранспорт в сложных природно-климатических условиях. СПб., 2004.
2. Савинов О.А. Сейсмостойкость магистральных трубопроводов и специальных сооружений нефтяной и газовой промышленности. М., 1980.
3. Пат. 2250409 РФ. Способ прокладки подземного трубопровода в зонах с повышенной сейсмичностью / Х.К.Мухаметдинов. Опубл. 20.04.2005. Бюл.№ 11.
4. Пат. 2453755 РФ. Способ прокладки подземного трубопровода в зонах с повышенной сейсмичностью / Ю.Д.Тарасов, А.К.Николаев, С.И.Червонный, К.В.Быков. Опубл. 20.06.2012. Бюл.№ 17.

REFERENCES

1. Nikolaev A.K. Hydrotransport in difficult climatic conditions. Saint Petersburg, 2004.
2. Savinov O.A. Seismic resistance of main pipelines and plant facilities in oil and gas industry. Moscow, 1980.
3. Pat. 2250409 RF. Method of laying underground pipeline in seismic zones / Kh.K.Mukhametdinov. Publ. 20.04.2005. N 11.
4. Pat. 2453755 RF. Method of laying underground pipeline in areas of high seismic activity / Y.D.Tarasov, A.K.Nikolaev, S.I.Chervonny, K.V.Bykov. Publ. 20.06.2012. N 17.