

# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 625.784

## ЗАЩИТА ТРУБОПРОВОДОВ, ПЕРЕХОДЯЩИХ ПОД АВТОМОБИЛЬНЫМИ ДОРОГАМИ

**А.П. Свинцов, Ю.В. Николенко,  
Тами Аль-Харами (Ирак)**

Кафедра проектирования и строительства промышленных  
и гражданских сооружений  
Российский университет дружбы народов  
*ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198*

При строительстве и эксплуатации автомобильных дорог очень важно обеспечить безопасность трубопроводов инфраструктурных систем жизнеобеспечения. Для повышения надежности керамических и чугунных трубопроводов при их переходе под автомобильными дорогами разработано техническое решение, позволяющее существенно снизить воздействие на трубы нагрузок от автомобильного транспорта.

**Ключевые слова:** трубопровод, транспорт, дорога, повреждения, нагрузка.

Автомобильные дороги, являющиеся важнейшим элементом городского хозяйства, представляют комплекс инженерных сооружений, предназначенный для непрерывного и безопасного движения транспортных средств. При эксплуатации автомобильных дорог очень важно не только создать условия для движения автомобилей с расчетными скоростями в любое время года и при любой погоде, но и обеспечить безопасное функционирование трубопроводов, переходящих под ними. Это особенно важно в связи со значительным увеличением интенсивности движения по автомобильным дорогам легковых и большегрузных автомобилей. Увеличение транспортных потоков привело к существенному возрастанию изнашивающего и разрушающего воздействия автомобилей на дорожное покрытие, земляное полотно и на трубопроводы инфраструктурных систем жизнеобеспечения. Динамические и статические нагрузки от транспорта, передающиеся через грунт, вызывают повреждения трубопроводов, находящихся не только под автомобильными дорогами, но и в непосредственной близости от них. Напряжения,

возникающие в грунте от движущегося транспорта, рассеиваются на глубине 0,7 м при усовершенствованных дорожных покрытиях и 0,75—0,8 м при булыжном покрытии [1].

Наиболее часто механические повреждения образуются под воздействием толчков различного происхождения, мощных и значительных динамических и статических нагрузок от транспортных средств, особенно при прохождении трубопроводов под автомобильными дорогами.

Трубопроводы сетей водоснабжения и водоотведения в процессе эксплуатации получают различные механические повреждения: расхождение стыков труб; смещение труб относительно первоначальной оси, образования обратного уклона и частичных смещений, разрушения и деформации днищ, стенок и свода труб; нарушение герметичности за счет образования продольных, поперечных и кольцевых трещин и пр. Это характерно для чугунных труб сетей водоснабжения, а также для чугунных и керамических труб сетей водоотведения, особенно, при глубине заложения до 2 м и при диаметре труб от 100 до 450 мм.

Разрушение труб, расположенных под автомобильными дорогами или вблизи них, приводит к невозможности транспортирования водопроводной воды или канализационных стоков. В результате трещин и проломов происходит изменение гидравлического режима, проникновение корней, инфильтрация и эксфильтрация. Через проломы вода вытекает в грунт, размывая основание под дорожным полотном с последующим разрушением автомобильной дороги в этом месте [2]. Кроме того, самопроизвольное истечение воды через проломы представляет собой потери воды (если она питьевая) или загрязнение окружающей среды (если трубопровод транспортирует сточные воды) [3—6].

Для обеспечения предотвращения разрушений трубопроводов, проходящих под автомобильными дорогами, в настоящее время известны и используются различные технические решения, которые характеризуются особенностями, сдерживающими их эффективное применение.

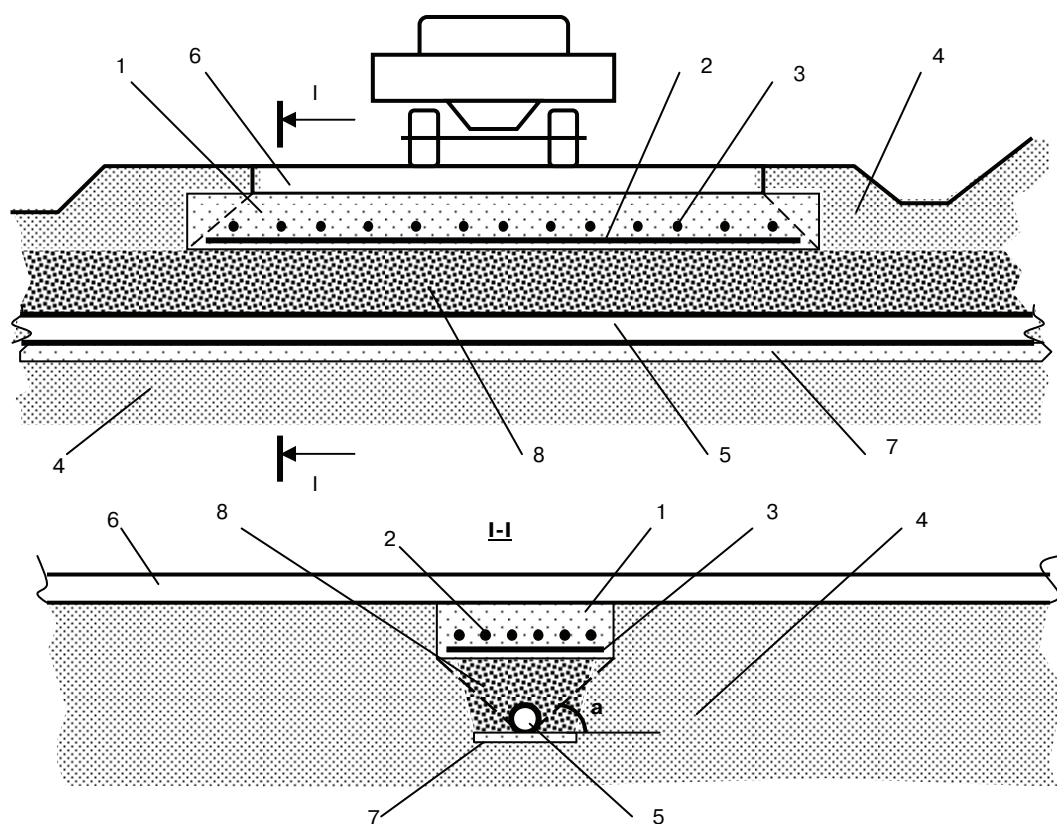
Например, основной недостаток лотковой системы для прокладки трубопроводов [7] заключается в том, что сквозь неплотности соединения перекрытия со стенками лотка в его полость поступает вода, где застаивается без возможности оттока. Это приводит к тому, что в городской среде появляется болотный запах, загрязняющий окружающее воздушное пространство.

Переход трубопровода под автомобильной дорогой [8], состоящий из защитного кожуха, выполненного в виде цилиндрической оболочки с уплотнением межтрубного пространства, предназначен для пропуска газопровода под автомобильными дорогами. Это техническое решение имеет ряд недостатков, заключающихся, в частности, в необходимости устройства вытяжной свечи, которая не нужна при прокладке водопроводных и канализационных трубопроводов, из которых утечка природного газа не происходит. Кроме того, при переходе водопроводных или канализационных трубопроводов под автомобильными дорогами металлические анкерные пояса, закрепленные снизу цилиндрической оболочки, лишены технической необходимости и бесполезны при прокладке трубопроводов водоснабжения и водоотведения.

В этой связи указанные технические решения не всегда могут быть эффективно использованы для перехода водопроводных и канализационных трубопроводов под автомобильными дорогами.

В Российском университете дружбы народов разработано и защищено патентом РФ устройство для защиты трубопроводов, пересекающих автомобильные и железные дороги, от механических повреждений [9].

Схема устройства для защиты трубопровода от механических повреждений представлена на рисунке. Устройство состоит из грунто-цементной плиты 1, армированной в своей нижней части продольными 2 и поперечными 3 стержнями, опирающейся на грунтовый массив 4. Трубопровод 5 пересекает дорогу с дорожным покрытием 6. Трубопровод 5 уложен на гравийно-песчаную подушку 7. Поверх трубопровода 5 уложен песок 8.



**Рис.** Схема перехода трубопровода под автомобильной дорогой:

- 1 — грунто-цементная плита; 2 — продольная арматура; 3 — поперечная арматура;
- 4 — грунтовый массив; 5 — трубопровод; 6 — дорожное покрытие;
- 7 — гравийно-песчаная подушка; 8 — песок

Устройство для защиты трубопровода от механических повреждений работает следующим образом. Нагрузка от движущихся по дорожному покрытию автомобилей передается на его основание. Грунто-цементная плита, армированная продольными и поперечными стержнями, расположенными в ее нижней (растянутой)

зоне, воспринимает растягивающие усилия, возникающие в поперечном и продольном направлениях при нахождении транспортного средства на дороге, которую пересекает трубопровод. Повышенная по сравнению с грунтовым массивом механическая прочность армированной цементно-грунтовой плиты позволяет воспринять нагрузки от транспортных средств, движущихся по дорожному покрытию, а слой песка смягчает воздействия нагрузок, воспринимаемых грунто-цементной плитой и частично передаваемых в направлении трубопровода.

Превышение длины грунто-цементной плиты над шириной дорожного покрытия на величину образования пирамиды продавливания от крайних ребер дорожного покрытия на толщину грунто-цементной плиты позволяет обеспечить восприятие арматурными стержнями усилий, возникающих в грунто-цементной плите от механических нагрузок, передаваемых дорожным покрытием от транспортных средств.

Длина грунто-цементной плиты превышает ширину дорожного покрытия на величину образования пирамиды продавливания, образующейся от крайних ребер дорожного покрытия по толщине грунто-цементной плиты. В теории железобетона пирамида продавливания имеет грани с наклоном  $45^\circ$  к основанию. В пределах пирамиды продавливания действующие усилия воспринимаются грунто-цементной плитой и не образуются в зоне расположения трубопровода. Это позволяет предотвратить механическое разрушение трубопровода, пересекающего дорогу.

Ширина поперечного сечения грунто-цементной плиты равна величине основания треугольника, образованного линиями, соединяющими ребра основания грунто-цементной плиты и наружные поверхности трубопровода под углом не менее угла естественного откоса песка, уложенного поверх трубопровода, что позволяет максимально использовать несущую способность песка в условиях, когда он находится в состоянии предельного равновесия. При расположении внешней нагрузки над серединой ширины грунто-цементной плиты возникающие усилия в слое песка над трубопроводом воспринимаются песком в ядре уплотнения в пределах естественного откоса. При расположении нагрузки над ребрами грунто-цементного массива естественный откос песка находится за пределами (или только касается) поверхности трубы и нагрузки передаются по линии естественного откоса, отклоняясь от вертикального направления.

Применение разработанного технического решения перехода трубопровода под автомобильной дорогой позволяет предотвратить разрушение труб от воздействия транспортных нагрузок, загрязнение окружающей среды и повысить надежность инфраструктурных систем жизнеобеспечения.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А. Бестраншейные методы восстановления трубопроводов. — М.: Прима-Пресс-М, 2002. [*Khramenkov S.V., Primin O.G., Orlov V.A. Bestransheinye metody vosstanovleniia truboprovodov.* — М.: Prima-Press-M, 2002.]
- [2] Тейшейра П.Д., Свицков А.П. Оценка технического состояния канализационных трубопроводов г. Луанда // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Строй-

- тельство». — 1999. — № 1. — С. 52—55. [*Teishera P.D., Svintsov A.P.* Ocenka tekhnicheskogo sostoianiia kanalizatsionnykh truboprovodov g. Luanda // Vestnik Rossiiskogo universiteta družby narodov. Seriya “Stroitelstvo”. — 1999. — № 1. — S. 52—55.]
- [3] *Свинцов А.П.* Эффективность устранения утечек воды на микрорайонных линиях водоснабжения // Монтажные и специальные работы в строительстве. — 2003. — № 6. — С. 23—25. [*Svintsov A.P.* Effektivnost ustraneniia utechek vody na mikroraiionnykh liniiaakh vodosnabzheniia // Montazhnye i spetsialnye raboty v stroitelstve. — 2003. — № 6. — S. 23—25.]
- [4] *Кулешов В.Г.* Лотковая система для прокладки коммуникаций / Патент РФ № 86605, E02D 29/045, 10.09.2009. [*Kuleshov V.G.* Lotkovaia sistema dlia prokladki kommunikatsii / Patent RF № 86605, E02D 29/045, 10.09.2009.]
- [5] *Валеев Н.П. и др.* Переход трубопровода под автомобильной дорогой / Патент РФ № 2179277, F16L 1/028, 10.02.2002. [*Valeev N.P. i dr.* Perekhod truboprovoda pod avtomobilnoi dorogoi / Patent RF № 2179277, F16L 1/028, 10.02.2002.]
- [6] *Свинцов А.П., Николенко Ю.В., Аль-Харам Тами Хаиф, Семенович К.И.* Переход трубопровода под автомобильной дорогой: Патент на полезную модель RUS 110162, 14.04.2011, F16L 1/00, 10.11.2011. Бюл. № 31. [*Svintsov A.P., Nikolenko Yu., Al-Kharami Tami Khaif, Semenovits K.I.* Perekhod truboprovoda pod avtomobilnoi dorogoi: Patent na poleznuuiu model RUS № 110162, 14.04.2011, F16L 1/00, 10.11.2011.]

## **PROTECTION OF PIPELINES PASSING UNDER THE ROADS**

**A.P. Svintsov, Y.V. Nikolenko,  
Al-Harami Tami**

Peoples' Friendship University of Russia  
*Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198*

During the construction and operation of roads, it is very important to ensure the safety of pipelines of infrastructural life-support systems. To improve the reliability of ceramic and cast-iron pipes, when they pass under the roads, developed a technical solution to significantly reduce the impact loads from road transport on the pipes.

**Key words:** pipelines, transport, road, damage, load.