

Saltanova I.U.V., undergraduate, Automobile Thoroughfares Department; Irkutsk State Technical University, 83 Lermontov St., Irkutsk, 664074.

Alekseenko V.V., Associate Professor, Automobile Thoroughfares Department, tel.: (3952) 40-51-39, e-mail: ad@istu.edu; Irkutsk State Technical University, 83 Lermontov St., Irkutsk, 664074.

УДК 625.745.2

ВОДОПРОПУСКИ НА ДОРОГАХ СЕВЕРА

И.А. Иванов, В.Б. Балабанов, А.А. Степаненко

В статье приводится анализ текущего состояния водопропусков на автомобильных дорогах Севера. Рассмотрены причины образования деформаций земляного полотна в местах устройства водопропускных труб. Представлено несколько способов решения проблемы устройства водопропусков на дорогах Севера.

Ключевые слова: автомобильные дороги, водопропуски на автомобильных дорогах, деформация земляного полотна автомобильных дорог, устройство водопропускных труб.

CULVERTS ON ROADS OF THE NORTH

I.A. Ivanov, V.B. Balabanov, A.A. Stepanenko

The article analyses the current state of culverts on roads of the North and reasons of subgrade deformation at culverts placing sites. The author suggests several solutions to the problem of culverts placing on roads of the North.

Key words: roads, culverts on roads, subgrade deformation, culverts placing.

Дороги проходят через постоянные водотоки (реки, протоки), а также временные водотоки, образующиеся во время весенних паводков и летних половодий. В меженное время эти последствия часто фиксируются в виде небольших пойменных озер, пересекаемых насыпями автодорог (рис. 1).



Рис. 1. Насыпь автомобильной дороги пересекает протоку. Водопропуск отсутствует, идет активное, двухстороннее размывание насыпи

Имеются участки пересечения автодорогой проток и озер, которые никак не оформлены и оформить водопропуск весьма проблематично ввиду малого уклона местности. Именно на них начинаются процессы размыва, идущие тем активнее, чем выше уровень воды возле насыпи автодороги. При этом откосы трансформируются в абразионный берег – обрыв или пляжный откос. По обеим сторонам насыпи развиваются растущие навстречу друг другу промоины (рис. 2).



Рис. 2. Промоины вдоль труб

Водопропуски, как правило, оформлены в виде водопропускных труб. Расчет отверстия труб ведется приблизительно, исходя из имеющегося опыта. Так как не велось метеонаблюдение, нет данных даже из устных источников. Определение водосборной площади трудно и трудоемко.

Если ток воды в трубе постоянен (вода идет в одном направлении), то на входе трубы образуется абразивный берег с трещинами отседания, береговым обрывом и хорошо развитой абразивной отмелью (пляжный откос). С противоположной стороны (на выходе из трубы) образуется промоина. Очень часто промоина образуется вдоль трубы за 1–2 года (рис. 3).



Рис. 3. Размыв откоса на выходе трубы из насыпи

В некоторых рекомендациях советуют ставить несколько труб меньшего диаметра в ряд, но чем больше диаметр трубы, тем легче она пропускает лед, пучки травы, кустарники, реже забивается снегом.

Краткий анализ состояния водопропускных устройств позволяет сделать вывод о высокой активности морфодинамических процессов и разрушительной роли в существовании водопропусков.

Морфодинамические процессы: эрозия, термоэрозия, суффозия, морозное пучение, отседание склонов и другие оказывают разнообразное и обязательное воздействие на любой чужеродный природной среде объект. Нарушения окружающей среды на такой неустойчивой в географическом смысле территории могут привести к самым печальным последствиям.

Не отрицая морфодинамических процессов, сокращающих срок службы трубчатых водопропусков на дорогах Севера, следует обратить внимание и на другие обстоятельства:

1. Трубы укладываются меньшей длины. Необходимо, чтобы труба на входе выходила на 20 см, а на выходе на 50 см за кромку откоса земляного полотна дороги, однако, это практически, везде нарушено (рис. 4).

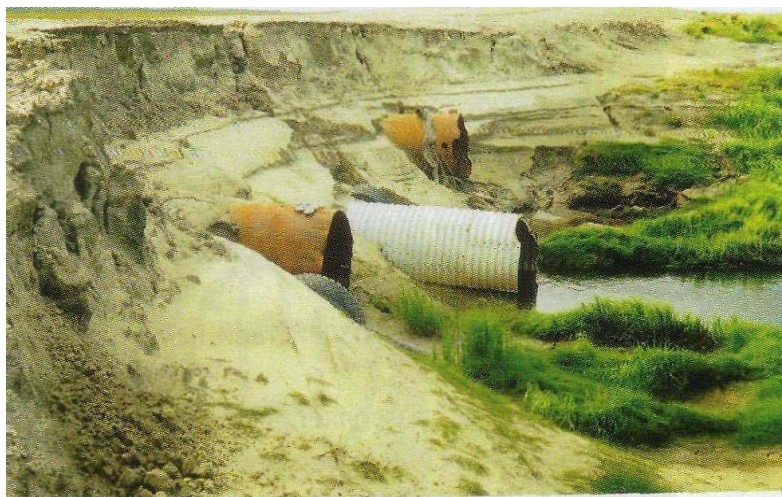


Рис. 4. Трубы уложены меньшей длины

Обрушение грунта, соприкасающегося с концами труб, в частности, происходит от вибрации трубы, от воздействия на нее проезжающих машин, и чем короче труба, тем вибрация больше. А раз короче труба, значит, круче откос и его обрушение – дело времени.

2. Как известно из учебников, слой грунта над трубой должен быть не менее 0,8 м, а на рис. 2, слой грунта составляет не более 0,4 м.

3. Если в обычных условиях труба укладывается на щебеночное основание и засыпка осуществляется утрамбованным грунтом (щебень, гравий, песок), просачивание воды вдоль трубы сильно затруднено (препятствует и гофра трубы), то ввиду отсутствия щебня и гравия трубы засыпают тем же грунтом, из которого устроена насыпь (мелкие и пылеватые пески).

При проходе машины труба деформируется, особенно если не соблюдены условия – 0,8 м грунта над трубой, вибрация передается близлежащему грунту, он уплотняется и образует пространство между трубой и близлежащим грунтом, в которое начинает проникать вода, в результате чего образуется промоина вдоль трубы.

Для устранения этого недостатка предлагается на трубы прикреплять открылки (перегородки), которые предотвратят прямое просачивание воды вдоль трубы (рис. 5).

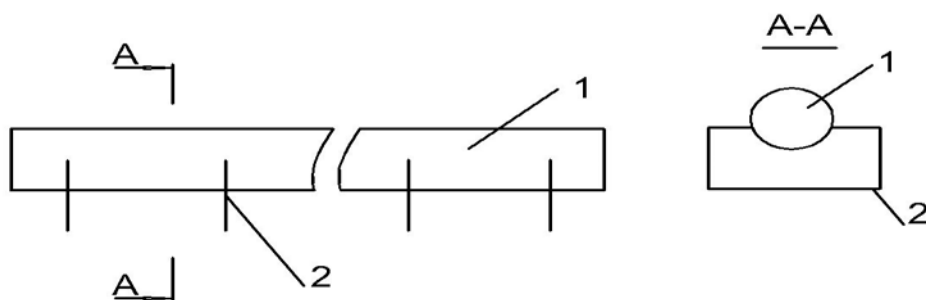


Рис. 5: 1 – труба; 2 – открылки

4. Чтобы увеличить водопрпуск, в некоторых случаях увеличивают число труб. Укладывать одну трубу большого диаметра можно лишь при большой высоте насыпи, а это не всегда возможно, хотя общеизвестно, что одна большая труба предпочтительнее.

Предлагается трубу большого диаметра несколько заглубить в грунт на 20–30 см, а на входе сделать приямок (рис. 6), в который собирается вода и транспортируется по трубе. Выход также несколько занижен и укреплен. Уклон трубы соответствует скорости воды, при которой нет заиливание (для пылеватых частиц – 0,3 м/с).

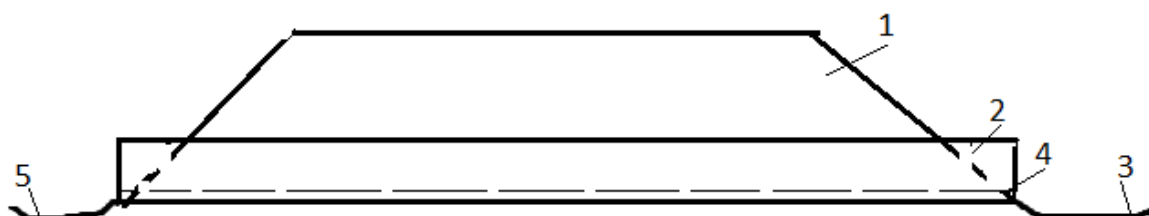


Рис. 6. Заглубление трубы большого диаметра в грунт: 1 – насыпь; 2 – труба; 3 – крепление водовыпуска геотекстилем, по которому уложен дерн; 4 – уровень земли; 5 – приямок на входе воды в трубу (крепление геотекстилем и дерном)

Лучшим креплением, в данном случае, были бы габионы, но ввиду отсутствия камня этот вопрос не решаем. Предлагается на дно приямки укладывать геотекстиль, а поверх его плотным слоем – дерн. Трава будет прорастать и образовывать неразрывность грунта и дерна. Благо дожди здесь моросят почти круглосуточно.

5. Думаем, что следует рассмотреть вопрос о применении труб из других материалов. Сейчас же вода, соприкасаясь с холодной трубой, замерзает и водоток прекращается. Может быть, трубу следует покрыть изнутри теплоизоляционным слоем или попробовать деревянные водопропуски. Ведь для борьбы с наледями мы используем деревянные желоба, возможно, и здесь будет это уместно.

6. Строительство балочных мостов и эстакад, несомненно, могло бы несколько снизить риск разрушения водопропусков, но это очень дорогое решение. Арочные мосты технологичны при сборке, имеют приемлемый срок службы, но есть один недостаток – высота насыпи должна быть не менее 3,5 м, а это не всегда приемлемо (рис. 7).

7. На таких участках следует вводить должность дорожного мастера, который бы не только устранял временные неполадки, но и вел мониторинг за дорожным полотном и водопропуском.

8. Есть несколько необычный способ: соединить мелкодисперсный песок и газ, добываемый из недр, обжечь эту породу и уложить в насыпь. Предлагаемый способ не претендует на оригинальность и перспективность, но отбрасывать его без сравнения, наверное, не следовало бы.

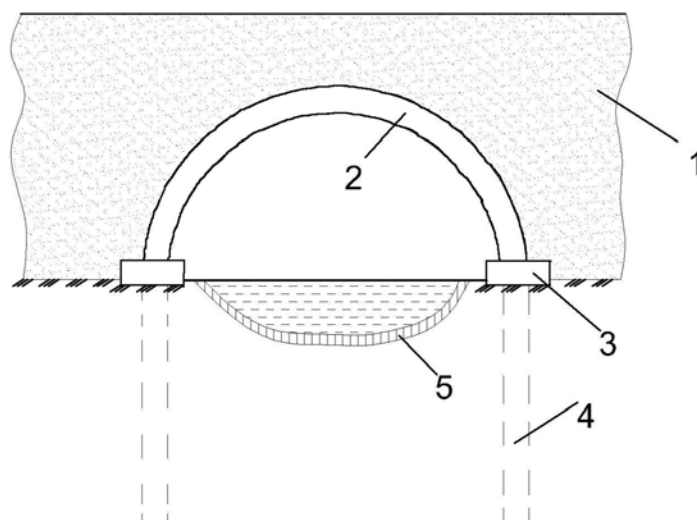


Рис. 7. Арочный засыпной мост:

1 – насыпь; 2 – полуарка шириной до 2 м, ж/б-260 мм, R-2250 мм;
3 – ростверк 1000 x 500 мм; 4 – сваи L-4000 мм, d-530 мм, расстояние между сваями 2000 x 6000 м;
5 – габионы с подстилкой из геотекстиля

В заключение следует сказать, что интенсивное освоение Севера началось совсем недавно и накопленных данных по строительству дорог в таких специфических условиях нет ни у нас, ни у наших соседей по Северу. Поэтому сбор данных является первоочередной задачей, а пока мы действуем методом проб и ошибок. Интенсивность освоения Севера повышается с каждым годом, и мы должны быть к этому готовы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог. М. : Транспорт, 1987.
2. Яковлев Ю.М., Горячев М.Г. Строительство водопропускных труб на автомобильных дорогах. М. : МАДИ, 2011. 160 с.
3. Иванов И.А. Габионы в мелиорации и дорожном строительстве.
4. Иванов И.А., Серебренникова Н.Э., Дымчикова Н.Н. Методика расчета малых водопропускных искусственных сооружений // Дороги России. 2010.

Информация об авторах

Иванов Игорь Алексеевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Промышленное и гражданское строительство», член-корреспондент СО ИАН, заслуженный изобретатель РФ, тел.: 83012224975, e-mail: ivanova@mail.ru; Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления.

Балабанов Вадим Борисович, кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Автомобильные дороги», тел.: (3952) 40-51-39, 681-302, e-mail: g110b@istu.edu; Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Степаненко Анна Александровна, старший преподаватель кафедры «Автомобильные дороги», тел.: (3952) 40-51-39, 89643514325, e-mail: g110b@istu.edu; Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Information about the authors

Ivanov I.A., Doctor of Technical science, professor of Department «Industrial and civil construction», corresponding member of Siberian branch of Academy of Science, honored in-

ventor of the Russian Federation, tel.: 83012224975, e-mail: ivanova@mail.ru; East Siberia State University of Technology and Management.

Balabanov V.B., Candidate of Technical Sciences, associate professor, Automobile Thoroughfares Department, tel.: (3952) 40-51-39, 681-302, e-mail: g110b@istu.edu; Irkutsk State Technical University, 83 Lermontov St., Irkutsk, 664074.

Stepanenko A.A., senior teacher, Automobile Thoroughfares Department, tel.: (3952) 40-51-39, 89643514325, e-mail: g110b@istu.edu; Irkutsk State Technical University, 83 Lermontov St., Irkutsk, 664074.

—

УДК 628.316

РЕГЕНЕРАЦИЯ СИНТЕТИЧЕСКОЙ ЕРШОВОЙ ЗАГРУЗКИ В БИОРЕАКТОРЕ ВОДОВОЗДУШНЫМ СПОСОБОМ

В.Н. Кульков, Е.Ю. Солопанов, А.М. Зеленин

Проведены исследования эффективности водовоздушной регенерации ершовой синтетической загрузки в биореакторе с использованием физической модели плоскостного вертикального поперечного сечения биореактора. Приведена динамика изменения концентрации иммобилизованного и свободно плавающего ила в объеме ершовой загрузки и в основном гидродинамическом потоке при определенной общей дозе ила в биореакторе.

Ключевые слова: биореактор, синтетическая ершовая загрузка, свободно плавающий ил, иммобилизованный активный ил, водовоздушная регенерация загрузки.

WATER-AIR REGENERATION OF SYNTHETIC BRUSH LOAD IN A BIOREACTOR

V.N. Kulkov, E.IU. Solopanov, A.M. Zelenin

The article studies effectiveness of water-air regeneration of synthetic brush load in a bioreactor using a physical model of a bioreactor's flat vertical cross section. The author analyses time history for concentration of immobilized and floating silt in conditions of brush load or in a main hydrodynamic flow with a certain silt quantity in a bioreactor.

Key words: bioreactor, synthetic brush load, floating silt, immobilized active silt, water-air regeneration of load.

Синтетические ершковые водоросли успешно используются в биореакторах (аэротенках) для иммобилизации микроорганизмов активного ила. Одновременное присутствие свободно плавающего и иммобилизованного активного ила обеспечивает увеличение окислительной мощности биореактора и необходимый уровень очистки сточных вод.

В настоящее время нет научных работ по оценке соотношения свободно плавающего и иммобилизованного активного ила от способа регенерации загрузки, времени работы биореактора и от суммарной дозы активного ила.

Изучение водовоздушной регенерации синтетической инертной загрузки водовоздушным способом проводили на физической модели биореактора, представляющей плоскостной вертикальный поперечный разрез биореактора большего объемного размера. Принципиальная схема установки, на которой проводилось изучение регенерации ершовой загрузки, показана на рис. 1.

Установка состоит из физической модели биореактора (1), которая выполнена из силикатного полированного стекла с внутренними размерами 0,053×1,475×1,100 м. Количество воздуха, подаваемого компрессором (2) с помощью мелкопузырчатого аэратора