

Научная статья
УДК 630.233

ТЕХНОЛОГИЯ СИСТЕМ ВОДООТВОДА С ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ

Иван Константинович Михайлов¹, Антон Александрович Чижов²

^{1,2} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ ivanmixfm@gmail.com

² chizhovaa@m.usfeu.ru

Аннотация. Рассмотрены различные виды технологических решений систем водоотвода с проезжей части. Приведены примеры их проектирования и устройства. Проведен сравнительный анализ различных конструктивных решений.

Ключевые слова: дорога, строительство, водоотвод, проезжая часть

Благодарности: авторы выражают благодарность кафедре транспорта и дорожного строительства Инженерно-технического института Уральского государственного лесотехнического университета.

Original article

TECHNOLOGY OF DRAINAGE SYSTEMS FROM THE ROADWAY

Ivan K. Mikhailov¹, Anton A. Chizhov²

^{1,2} Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ ivanmixfm@gmail.com

² chizhovaa@m.usfeu.ru

Abstract. Various types of technological solutions for drainage systems from the roadway are considered. Examples of their design and construction are given. A comparative analysis of various design solutions was carried out.

Keywords: Road, construction, drainage, roadway

Acknowledgements: the authors express their gratitude to the Department of Transport and Road Construction of the Engineering and Technical Institute of the Ural State Forest University.

Разберем, что такое водоотвод с проезжей части, для чего он необходим и зачем его проектируют. Главной проблемой при строительстве и последующем содержании автомобильной дороги является проблема отвода воды с проезжей части и прилегающих территорий. Если эту проблему игнорировать, то на регулярной основе будет происходить разрушение конструкции дорожной одежды и других технических сооружений на автомобильной дороге.

Как правило, при строительстве применяют водоотводные каналы. На практике используются три вида сечения: трапецидальное, треугольное и прямоугольное. Первым расчетом высчитывают площадь сечения потока воды в русле [1]. Для трапецидального сечения равно:

$$\omega = b \cdot h \frac{m_1 + m_2}{2} \cdot h^2, \quad (1)$$

где m_1 и m_2 – коэффициенты крутизны откосов русла канавы;

b – ширина канавы по дну, м;

h – глубина накопления канавы, м [1].

Для треугольного и прямоугольного сечения:

$$\omega = \frac{m_1 + m_2}{2} \cdot h^2 \text{ и } \omega = b \cdot h. \quad (2)$$

Глубину наполнения канавы (глубина воды) в расчетах принимают равной 0,2 м. Тем самым предусматривают запас от поверхности воды до бровки.

Ключевым фактором для выбора типа укрепления водоотводных сооружений служит уравнение Шези (скорость течения воды по руслу) (табл. 1). Скорость потока является ключевым фактором, потому что на основе этого показателя рассчитывается, насколько сильно будет происходить размыв русла. С его помощью можно определить, какой тип укрепления потребуется применять на том или ином объекте строительства [1]. Уравнение Шези определяется по формуле

$$V = C \cdot \sqrt{R \cdot i}, \quad (3)$$

где C – скоростной множитель (коэффициент Шези);

R – гидравлический радиус, м;

i – уклон дна русла канавы, доли единиц.

Значение коэффициента C определяется по формуле академика Павловского, специальным графикам или таблицами [1]:

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^y, \quad (4)$$

где n – коэффициент шероховатости русла, определяется по таблице;
 y – показатель степени в формуле Павловского, зависящий от коэффициента шероховатости n и гидравлического радиуса R [1].

Таблица 1

Типы укреплений канав

Грунты	Без укрепления	Гидропосев	Засев трав по слою растительного грунта	Бетонные (пластиковые) лотки, мощение, плиты	Гасящие устройства (быстротоки, перепады)
	Продольный уклон, ‰				
Супесчаные, песчаные	До 5	5–10	10–20	20–50	≥50
Суглинистые, глины	До 10	10–15	15–20	20–50	≥50

Значения коэффициента шероховатости русла n представлены в табл. 2.
 Значение гидравлического радиуса вычисляют по отношению

$$R = \frac{\omega}{X}, \quad (5)$$

где X – смоченный периметр, м, зависящий от глубины наполнения канавы h .

Для трапецеидального сечения русла с разной крутизной откосов:

$$X = b + h(\sqrt{1+m_1^2} + \sqrt{1+m_2^2}), \quad (6)$$

Для треугольного и прямоугольного сечения:

$$X = 2h \cdot (\sqrt{1+m^2}), \quad (7)$$

Самым простым способом укрепления русла канавы, за исключением вариантов без укрепления, является гидропосев трав (рис. 1). Данный способ является самым распространенным, так как в большей части проектов уклоны русел канав не превышают 10 ‰. Он включает в себя нанесение семян в составе специальных растворов на подготовленную поверхность под давлением с помощью насосов с распыляющими насадками.

Таблица 2

Коэффициент шероховатости русла

Характер поверхности лотка	Состояние поверхности			
	Очень хорошее	Хорошее	Обычное	Плохое
Гладкая поверхность	0,012	0,014	0,015	0,016
Шероховатая бетонная поверхность	–	0,014	0,016	0,018
Канавы в плотном лесе и гравии с илистым слоем	0,017	0,019	0,020	0,025
Канавы в галечнике	0,025	0,027	0,030	0,033
Канавы с одернованными откосами	0,028	0,030	0,033	0,035
Канавы неправильной формы с одернованными откосами	–	0,027	0,030	0,035
Канавы в скале	0,025	0,030	0,035	0,040



Рис. 1. Способ гидропосева

Следующим способом идет засев трав по слою растительного грунта, он схож со способом гидропосева трав, но в нем операции разделены на этапы. Первым выполняют внесение минеральных удобрений, после – заделку минеральных удобрений в растительный грунт, затем высев трав с заделкой их в слое растительного грунта, и конечной операцией считается прикатка откоса после высева семян.

В обоих случаях корни растений оказывают укрепительный характер на грунт в русле канавы. Оба этих способа можно назвать лучшими, но есть и минусы. Так, например, за такими видами укрепления надо постоянно следить, ведь если количество травы не будет контролироваться, то русла за-

растут, и вода не сможет беспрепятственно проходить по ним. Если сравнить эти способы, то можно прийти к выводу, что гидропосев трав более удобен и практичен.

Водоотводные лотки используют при больших уклонах русел канав, эти конструкции подвержены минимальному износу от течения воды. Это решение является оптимальным при строительстве больших объектов, так как может обеспечить долгую службу и не потребует частого ремонта. За лотками не требуется постоянного ухода и чистки, также эти виды укреплений могут быть открытого или закрытого типов, то есть могут идти на всем протяжении участка строительства вдоль обочин и различных съездах с дорог и представлять собой единую конструкцию без разрывов. Главным минусом можно назвать сложность монтажа этих конструкций (рис. 2). Сам водоотводный лоток весит немало, для его монтажа требуется возвести конструктив из щебеночной подушки и бетонного основания. Также необходимо уложить пароизоляционный слой для предотвращения попадания влаги на нижнюю часть монолитного основания. После монтажа водоотводный лоток требуется зафиксировать на месте, чтобы в ходе эксплуатации он не сместился и не нарушил русло канавы, для этого его омоноличивают. После всех этих процедур бетонную конструкцию требуется гидроизолировать с целью защиты бетона от разрушения водой, путем нанесения битумной эмульсии на внешние стенки монолитной конструкции. Данную проблему начали решать путем создания пластиковых водоотводных лотков, они ничем не уступают бетонным, а в плане монтажа даже превосходят их, так как их вес значительно меньше бетонных (рис. 3). Пластиковые лотки не требуются к конструкции своего основания. Они не подвержены воздействию воды. Единственный минус, который можно назвать, – это малая нагрузка, которую они могут выдерживать, по сравнению с бетонными лотками. Пластиковые лотки предназначены для тротуаров и дорог с малой интенсивностью движения, максимальная допустимая нагрузка составляет 25 т/м^2 , у бетонного – 90 т/м^2 .



Рис. 2. Бетонный лоток



Рис. 3. Пластиковый лоток

Мощение – это способ укрепления путем устройства крупными горными породами по ходу русла сечения. Минус данного способа – это трудность и сроки монтажа (рис. 4).



Рис. 4. Способ мощения

Установка плит – это укладка бетонных плит вдоль русла. Минус данного решения – это возможность просадки грунта под плитой и вследствие нарушения русла. Также через щели между бетонными плитами часто прорастает трава, что также негативно сказывается на пропускной способности русла (рис. 5).



Рис. 5. Установка плит

Из всех этих конструкций наилучшими можно назвать устройство водоотводных лотков, так как они практичнее и удобнее в использовании.

При уклонах более 50 ‰ проектируют гасящие устройства, они предназначены для гашения быстрого потока воды и предотвращения размыва места сброса воды. К таким конструкциям можно отнести различные габионные конструкции, укрепления места сброса большими камнями.

В итоге можно сказать, что данные системы оправдывают свое проектирование, так как они оказывают положительное влияние на продолжительность работоспособности конструкции дорожной одежды путем препятствования проникновению воды в слои.

Список источников

1. Булдаков С. И. Особенности проектирования автомобильных дорог : учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. Екатеринбург, 2016. 270 с.