

УДК 630*383

УЛУЧШЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В РАЙОНАХ ЛЕСОЗАГОТОВОК

Е.В. Кондрашова

ГОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», г. Воронеж

Ключевые слова и фразы: влажность грунта; водоотвод; прочность дорожной одежды; состояние обочин.

Аннотация: На отдельных участках автомобильных дорог в районах лесозаготовок вдоль кромки проезжей части в осенне-весенний период наблюдается застой воды, что способствует снижению прочности дорожной одежды на 20 %. В данной статье представлена схема улучшения водоотвода на автомобильных дорогах в районах лесозаготовок.

Состояние водоотвода на участках дорог в районах лесозаготовок обследовалось в весенние периоды при испытании дорожных одежд на прочность, когда талая и дождевая вода аккумулировалась в боковых резервах и понижениях рельефа местности вдоль земляного полотна. На участках дорог с затрудненным поверхностным водоотводом миграция влаги в сторону проезжей части может существенно понизить прочность грунта в основании дорожных одежд или вызвать пучение. В наиболее слабых местах возможно разрушение дорожной одежды.

Для улучшения водно-теплового режима этой зоны полотна удаляют кромку проезжей части от боковой канавы на некоторое расстояние l (рис. 1). Воспользуемся инженерным методом расчёта этого расстояния l .

Влагообмен в оттаявшем или в мерзлом слое грунта l происходит при следующих особенностях. Влага мигрирует одновременно в двухфазном состоянии – парообразном и плёночном (капиллярном). Фазовый состав влаги непрерывно меняется. Конденсацию водяного пара в жидкую фазу можно оценить конденсационным критерием ε ($0 < \varepsilon < 1$). В мерзлом грунте переход термоактивной влаги в лёд можно оценить кристаллизационным

Кондрашова Е.В. – кандидат технических наук, доцент кафедры транспорта леса и инженерной геодезии ВГЛТА, E-mail: konlenasoul@mail.ru, г. Воронеж.

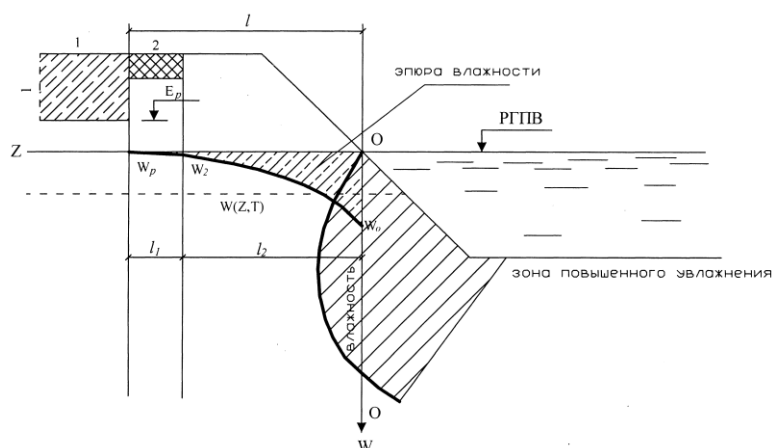


Рис. 1. Схема к определению допустимого расстояния бровки земляного полотна от бокового кювета при периодическом подпоре поверхностными водами

критерием $\varepsilon_1 (0 < \varepsilon_1 < 0,7)$. Исследования показали, что величина термовлагопроводности по отношению к концентрационной влагопроводности очень мала (1–3 %) и её допустимо не учитывать. Расчёты показали, что при диффузии водяного пара и миграции плёночной влаги в полотне критерий Рейнольдса около 10^{-5} . Поскольку $R_l < 1$, то конвективный влагообмен чрезмерно мал (0,01 %), тогда влагообмен во времени T по глубине Z :

$$\frac{\partial W}{\partial T} = a'_\psi \frac{\partial^2 W}{\partial Z^2}, \quad (1)$$

где W – влажность грунта; a' – коэффициент влагопроводности двухфазной влаги, равный

$$a'_\psi = \frac{a_\psi}{1 - \varepsilon}, \quad (2)$$

где a_ψ – коэффициент влагопроводности только жидкой фазы влаги.

Влажность грунта в плоскости 0–0 в период стояния воды T в канаве сохраняется постоянной (приток воды не происходит в канаву) или возрастает (приток воды происходит). В общем случае можно допустить, что в этой плоскости влажность изменяется по закону $W_o + mT$, где m – коэффициент, характеризующий изменения интенсивности нарастания влажности.

По мере возрастания сопротивления движению влаги от канавы в сторону одежды (пунктирная линия на рис.1) в слое l , влажность падает в соответствии с эпорой. Под дорожной одеждой происходит уменьшение влажности за счёт диффузии водяного пара в слою одежды [1]. В этой зоне влажность понижается и сохраняется в пределах некоторого значения W_1 . Процесс влагообмена в слое l за счёт перепада $W_o - W_1$ может быть описан следующими краевыми условиями:

$$W(Z, 0) = W_1 + \frac{W_o - W_1}{l} Z, \quad (3)$$

$$W(0, T) = W_1, \quad (4)$$

$$W(l, T) = W_o + mT. \quad (5)$$

Решение уравнения (3) операционным методом при краевых условиях (4–5) даёт следующее аналитическое выражение для нестационарного поля влажности в слое

$$W(Z, T) = W_1 + \frac{W_o - W_1}{l} Z + m \left[\frac{ZT}{l} - \frac{Z(l^2 Z^2)}{6la'_\psi} \right] + \frac{2ml^2}{\pi^3 a'_\psi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n^3} \exp\left(-\frac{\pi^2 n^2 a'_\psi T}{l^2}\right) \sin \frac{\pi n Z}{l}. \quad (6)$$

Это уравнение может быть использовано для расчёта величины l . Чем больше l , тем меньше градиент влажности и её величина под дорожной одеждой, тем выше прочность грунтового основания.

Для обеспечения требуемой прочности дорожной одежды при длительном стоянии воды в канаве необходимо проезжую часть удалить на такое расстояние, при котором обеспечивался бы расчётный модуль деформации грунта E_p , то есть табличный модуль по ВСН-46-83. Поскольку между влажностью и прочностью существует определённая корреляционная зависимость, то для обеспечения заданной прочности дорожной одежды необходимо, чтобы в плоскости 1–1 влажность W_1 не превышала расчётную W_o , то есть $W_1 = W_o$. Величина W_p при проектировании полотна и дорожных одежд назначается по E_p . На дорогах высших категорий устраивают укрепительную полосу на обочине. Для обеспечения устойчивости этой полосы шириною l необходимо, чтобы влажность в плоскости 2–2 не превышала некоторое значение W_2 . Следовательно, поле влажности

$$W(Z, T) = W_2(l, T_p),$$

где T_p – расчётная продолжительность стояния воды в боковой канаве.

Для определения l из уравнения (6) необходимо решать трансцендентное уравнение, что вызывает трудности в вычислении. Поэтому уравнение (6) целесообразно упростить. Знакопередающийся ряд в уравнении (6) быстроходящийся. Он вносит небольшую поправку, уменьшая $W(Z, T)$ на 0,001–0,003. При увеличении эта поправка стремится к 0: при $T=2000$ часов она близка к 0,005, при $T=30000$ –0,0001.

В практических расчётах ряд можно опустить, поскольку он вносит незначительную поправку в $W(Z, T)$. Эта поправка отрицательная и пренебрежение ею идёт в запас прочности. С учётом этих обстоятельств можно (6) представить так:

$$W(Z, T) = W_p + \frac{W_o - W_1}{l_1} Z + m \frac{ZT}{l^2} - \frac{Z(l_1^2 - Z^2)}{6l_1 a'_\psi}. \quad (7)$$

Имея в виду отмеченные предпосылки, $W(Z, T) = W_2(l, T)$, получим выражения для расчёта минимального удаления кромки дорожной одежды от боковой канавы:

$$l = l_1 + \frac{3a'_\psi \left[(W_2 - W_p)^2 + \frac{4ml_1}{6a'_\psi} \left[(W_o - W_p) l_1 + ml_1 T_p + \frac{ml_1^3}{6a'_\psi} \right] \right]}{ml_1}. \quad (8)$$

Таблица 1

W_{cp} / W	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
a'_{ψ} , м ² /ч	$8 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-5}$	$2,9 \cdot 10^{-5}$	$4,2 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-5}$

Для практического исследования уравнения (8) входящие в него выражения назначаются следующим образом. Величина l_1 нормируется СНиП и равна 0,5. Коэффициент влагопроводности назначается в зависимости от средней относительной влажности грунта в слое l_1 . На основе опытов В.М. Сиденко можно определить значения a'_{ψ} (табл. 1).

Значение W_2 рекомендуется принимать $W_2 = 1,1 W_p$. Расчётная влажность W_p назначается по методам, изложенным в ВСН 46-83. Полная влажность грунта определяется по формуле $W_o = \frac{\Delta - \delta}{\Delta \delta}$. Итак, $l_1 = 0,5$; $a'_{\psi} = 5,83 \cdot 10^{-5}$ м²/ч; $W_o = W = 0,28$; $W_2 = 1,1 \cdot W_p = 0,21 \cdot 1,1 = 0,231$; $T_p = 3$ месяца = 2184 часов; $W_p = 0,21$; $m = 10^5 \cdot 0,5$, тогда, подставив в формулу значения, получим $l = 2,72$ м.

Исходя из расчётов, следует сделать вывод, что показатели грунтов в насыпи близки к расчётным. Дополнительных мероприятий по снижению влажности грунта земляного полотна не требуется, так как минимально допустимое расстояние от кромки проезжей части до уреза воды обеспечено.

Список литературы

1. Сильянов, В.К. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог / В.В. Сильянов. – М. : Транспорт, 1984. – 287 с.

Improvement of Strength Characteristics of Road Surfacing in Timber-Felling Sites

E.V. Kondrashova

Voronezh State Forest Engineering Academy, Voronezh

Key words and phrases: soil dampness; water disposal; road surfacing strength; waysides condition.

Abstract: Some parts of automobile roads in timber-felling sites suffer from water stagnation along the waysides in spring and autumn seasons, thus lowering the strength of road surfacing by 20%. The paper presents the scheme of improving water disposal on automobile roads in timber-felling sites.

© Е.В. Кондрашова, 2009