

УДК 625.7:630*377.7(075.8)

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ОБЪЕМА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ НА УЧАСТКАХ КРИВЫХ МАЛОГО РАДИУСА ЛЕСНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

В.А. Морковин

ГОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия»

На стадии проектирования лесных дорог необходимо учитывать влияние параметров кривых малого радиуса на объем земляных работ. Получены аналитические зависимости для расчета объемов земляных работ на участках кривых в плане с учетом параметров земляного полотна, зависящих от радиуса кривой: уширение земляного полотна, уклон виража.

Ключевые слова: кривые малого радиуса, объем, земляные работы, земляное полотно, уклон виража, уширение земляного полотна.

Лесные дороги характеризуются наличием кривых малого радиуса, на которых требуется устройство виража [1, 2]. Протяженность участков виражей и их отгонов незначительна от общей протяженности строящегося (реконструируемого, ремонтируемого) участка. Также объемы, создаваемые за счет устройства виража на кривых малого радиуса, малы по сравнению с общим объемом земляных работ на участке, но если рассматривать только участки кривых в плане, то на них за счет устройства виража объемы земляных работ могут существенно возрасти [3], а это необходимо учитывать при разработке технологических процессов строительства (ремонта) земляного полотна. Таким образом, на стадии проектирования лесных дорог необходимо уточнить величину профильного объема земляных работ для уча-

стков кривых малого радиуса.

Известно [3], что объем призматоида V на участке длиной L равен

$$V = \int_0^L F(x) dx, \quad (1)$$

где $F(x)$ – площадь поперечного сечения призматоида, имеющего координату x ($0 \leq x \leq L$), m^2 .

Площадь поперечного сечения $F(x)$ зависит от величины рабочей отметки $H(x)$ и ширины земляного полотна $B(x)$. Если $H(x) > 0$, то

$$F(x) = [B(x) + s(x)]H(x) + m[H(x)]^2 + f_{СП}, \quad (2)$$

где $s(x)$ – уширение земляного полотна за счет устройства виража, м;

m – коэффициент заложения откоса;

$f_{СП}$ – площадь сливной призмы, m^2 .

При $H(x) < 0$

$$F(x) = [B(x) + s(x) + 2b_{КВ} + 2b_{ЗП}]H(x) + m[H(x)]^2 - f_{СП}, \quad (3)$$

где $b_{КВ}$ – ширина кювета по верху, м;

$b_{ЗП}$ – ширина закюветной полки, м.

Нетрудно заметить, что формула (2) является случаем зависимости (3) при $b_{КВ} = b_{ЗП} = 0$ и замене знака у $f_{СП}$ на противо-

положный.

На участке отгона ширина земляного полотна $B(x)$ изменяется по линейному закону [3] и если ввести понятие удельное уширение земляного полотна δ – ушире-

ние, приходящееся на 1 м отгона, то можно получить зависимость

$$B(x) = B(0) + \delta x, \quad (4)$$

где $B(0)$ – ширина земляного полотна в начале рассматриваемого участка призматоида, то есть при $x=0$, м.

$$\delta = \frac{\Delta_{3П}}{l_{ОЗП}}, \quad (5)$$

где $\Delta_{3П}$ – уширение земляного полотна на кривой, м;

$l_{ОЗП}$ – длина отгона уширения земляного полотна, м.

Ширина земляного полотна в любом сечении отгона, расположенном на расстоянии l от его начала составляет

$$B(l) = \delta l. \quad (6)$$

Если пренебречь сложной формой сливной призмы, то изменение поперечного уклона в пределах отгона выража определяется функцией

$$i(l) = \frac{(B_0 + \Delta_{ПЧ})i_B l}{B_0 l_{ОВ} + \Delta_{ПЧ} l}, \quad (7)$$

где B_0 – ширина проезжей части на прямом участке дороги, м;

$\Delta_{ПЧ}$ – уширение проезжей части на кривой, м;

i_B – уклон выража;

l – расстояние от начала отгона до рассматриваемого сечения, м;

$l_{ОВ}$ – длина отгона выража, м.

Следует отметить, что сложная форма сливной призмы не учитывается только на некотором участке отгона выража длиной l_1 равной

$$l_1 = \frac{B_0 l_{ОВ} i_{П}}{(B_0 + \Delta_{ПЧ})i_B + \Delta_{ПЧ} i_{П}}, \quad (8)$$

где $i_{П}$ – поперечный уклон поверхности

сливной призмы на прямом участке дороги.

В формуле (7) $B_0 l_{ОВ} + \Delta_{ПЧ} l$, также в работе [4] показано, что влияние величины $\Delta_{ПЧ} l$ на значение $i(l)$ не существенно, а следовательно поперечный уклон $i(x)$ в пределах отгона выража на участке ограниченной длины изменяется по линейному закону

$$i(x) = i(0) + \gamma x, \quad (9)$$

где $i(0)$ – поперечный уклон в начале рассматриваемого участка призматоида (при $x=0$), определяемый по формуле (7);

γ – удельное приращение уклона – приращение уклона, приходящееся на 1 м отгона выража, m^{-1} .

$$\gamma = \frac{di(l)}{dl} = \frac{(B_0 + \Delta_{ПЧ})B_0 l_{ОВ} i_B}{(B_0 l_{ОВ} + \Delta_{ПЧ} l)^2}. \quad (10)$$

При $l=0$

$$\gamma = \frac{(B_0 + \Delta_{ПЧ})i_B}{B_0 l_{ОВ}}. \quad (11)$$

При $l=l_{ОВ}$

$$\gamma = \frac{B_0 i_B}{(B_0 + \Delta_{ПЧ})l_{ОВ}}. \quad (12)$$

Правые части зависимостей (11) и (12) будут равны если $\Delta_{ПЧ}=0$, тогда

$$\gamma = \frac{i_B}{l_{ОВ}}. \quad (13)$$

Для повышения точности результата при использовании формулы (9) следует γ определять по зависимости (10) для сечения с координатой $0,5L$.

В пределах отгона выража и выража

$$f_{СП} = 0,5[B(x)]^2 i(x). \quad (14)$$

$$s(x) = B(x)i(x)m. \quad (15)$$

Подставим полученные зависимости (4) и (9) в формулы (14) и (15) и получим

$$f_{сп} = 0,5[B(0) + \delta x]^2 (i(0) + \kappa). \quad (16)$$

$$s(x) = (B(0) + \delta x)(i(0) + \kappa)m. \quad (17)$$

Полученные зависимости позволяют рассчитать площади поперечных сечений насыпей и выемок на участках кривых в плане с учетом уширения земляного по-

$$V = \left\{ \begin{array}{l} 0,5(F(L) + F(0)) - \\ - \frac{1}{6} \left[\left(\begin{array}{l} B(L) - B(0) + \\ + s(L) - s(0) \end{array} \right) (H(L) - H(0)) + m(H(L) - H(0))^2 \right] \end{array} \right\} L. \quad (18)$$

Формула (18) позволяет более точно определить объем земляных работ на участках кривых в плане, где устраиваются виражи, а также на участках отгонов виражей, что позволит рационально подобрать технические средства и способы производства земляных работ. Зависимости (2) – (18) дополняют математическое обеспечение системы автоматизированного проектирования лесных автодорог.

Выводы

1. На участках кривых малого радиуса при устройстве виражей происходит дополнительное уширение земляного полотна за счет поднятия верхней кромки проезжей части, которое увеличивает объем земляных работ.

2. Полученные аналитические зависимости позволяют определить объем насыпи или выемки на участках кривых в плане с учетом параметров земляного по-

лотна за счет устройства виража, что позволит уточнить объемы земляных работ на участках с виражами и отгонов виражей. Объем призматоида в данном случае рассчитывается по формуле, полученной интегрированием зависимости (1)

лотна, зависящих от радиуса кривой: уширение земляного полотна, уклон виража.

Библиографический список

1. Транспорт леса. В 2-х т. Т. 1. Сухопутный транспорт / Под ред. Э.О. Салминена. М.: ИЦ «Академия», 2009. 368 с.
2. СНиП 2.05.07-91*. Промышленный транспорт / Госстрой России. АПП ЦИТГП, 1996. 120 с.
3. Афоничев Д.Н. Совершенствование расчета объемов земляных работ в системе автоматизированного проектирования автомобильных дорог. Воронеж: ВГЛТА, 2008. 117 с. Деп. в ВИНТИ 26.02.2008, № 164-В2008.
4. Курьянов В.К. Афоничев Д. Н. Повышение транспортно-эксплуатационных качеств сборных дорожных покрытий на отгонах виражей // Вестник МГУЛа. Лесной вестник. 2004. № 5. С. 69–74.