

УДК 625.7:662.2

Пеньков В.А.,
Харьковский национальный университет
городского хозяйства им. А.Н Бекетова

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ МОДЕЛЬ ВЛИЯНИЯ ПОДРАБОТКИ НА ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Рассмотрена модель влияния оседаний земной поверхности при подземных горных работах на изменение элементов продольного профиля автомобильных дорог. Приведены результаты моделирования.

Ключевые слова : Дороги, подземные горные работы, профиль, деформации

В соответствии с концепцией научно-технической программы «Автомобильные дороги на техногенно-деформированных территориях» [1] поэтапно выполняются комплексные исследования влияния подземных горных работ на автомобильные дороги.

При моделировании процесс воздействия подземных горных работ на продольный профиль автомобильной дороги рассматривается как взаимодействие систем Мульда и Профиль.

Пересмотр расчетных схем мульды и дороги, модели влияния ПГР на продольный профиль, выполнен в первую очередь с целью упрощения модели для большей доступности и лучшего понимания процесса специалистами дорожного профиля.

Новая модель взаимодействия мульды оседания и продольного профиля дороги так же предполагает, что мульда и дорога могут быть представлены в виде математических моделей разной сложности.

Для исследования предлагается пространственная система координат, принятая в дорожном строительстве. Она локальная, с известными элементами ориентирования по отношению к геодезической системе координат и едина для дороги и мульды. Направление оси X совпадает с направлением трассы и с направлением главного сечения мульды

Модель профиля автомобильной дороги

Профиль моделируется в виде эталонных участков, включающих различные сочетания прямолинейных и криволинейных элементов Исходными данными принимаются параметры двух закруглений: уклоны и длины наклонных участков, радиусы кривых, высота начальной точки.

Вспомогательные величины вычисляются на основе исходных данных. Переменными являются длина участка, уклоны и радиусы и типы вертикальных кривых.

Определяемые высоты точек на участках $Hd_0(x)$ вычисляются как функция расстояния (координаты x) по принятым в дорожном проектировании зависимостям.

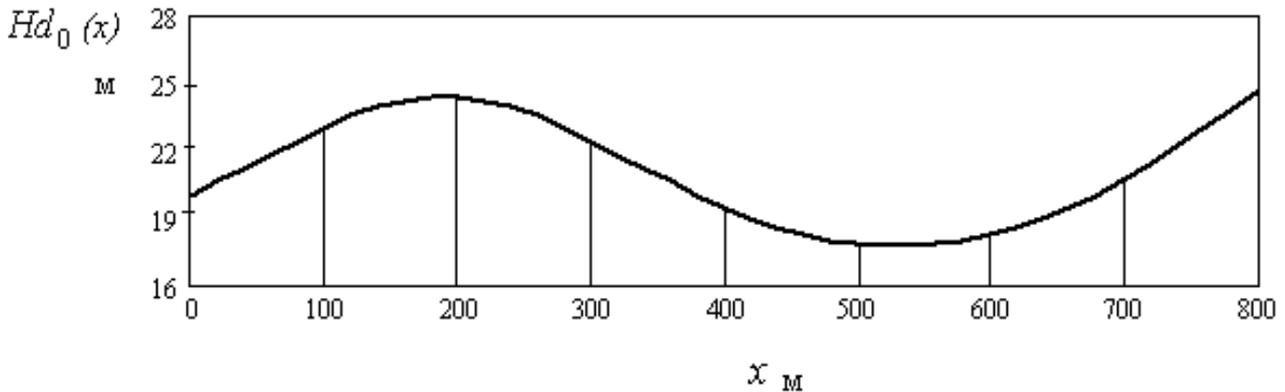


Рис. 1 Модель участка профиля дороги.

Моделирование мульды сдвижения

Для описания мульды сдвижения используется типовая кривая, адаптированная к условиям моделирования. В отличие от / 3,4,10 /, начало мульды принимается в конце полумульды по падению. Это дало возможность получить единую зависимость для определения параметров мульды по всей ее длине и описывать их в принятой «дорожной» системе координат.

Исходными данными для моделирования мульды являются длина исследуемого участка дороги D , максимальное оседание η_m , длины полумульд по падению L_1 и восстанию L_2 , общая длина мульды L_m .

При моделировании взаимодействия длина мульды принимается соизмеримой с длиной участка дороги и, как правило, кратной длине кривой $L_m = N \cdot K$ с шагом $N = 0.2 \dots 4.0$.

Интервал изменения x в пределах мульды - $x_{nm1} - x_{km2}$,

где координаты главных точек мульды в дорожной системе координат:

начала мульды (полумульды по падению) - x_{nm1} ; конца полумульды по падению - x_{km1} ; начала полумульды по восстанию - x_{nm2} ; конца мульды (полумульды по восстанию) - x_{km2} .

Такой подход позволяет унифицировать схему взаимодействия, накладывать мульду на любой участок трассы и привязывать полученные результаты к дорожному пикетажу. Описание мульды выполняется также как и описание дороги на продольном профиле - слева направо. Получены

зависимости для определения параметров деформированных участков профиля: высот точек, оседаний, уклонов, кривизны при стандартном интервале между точками равном 20м.

Для описания параметров сдвижения всей мульды в единой с дорогой системе координат, когда x изменяется слева направо от $x=0$ до $x=L_m$, предлагаются зависимости вида (1-3).

Так, зависимость для определения оседаний:

$$\eta(x) = \eta(x)_1 \quad \text{при} \quad x \leq x_{km1} \quad (1)$$

$$\eta(x) = \eta(x)_2 \quad \text{при} \quad x \geq x_{nm2} ,$$

где:

$$\eta_1(x) = \frac{\eta m (2p \cdot \pi - \sin(2\pi \cdot \frac{p}{L_1}) \cdot L_1)}{\pi 2L_1} , \quad (2)$$

$$\eta_2(x) = \eta m [1 - (\frac{\gamma}{L_2}) + \frac{1}{2\pi} \cdot \sin(2\pi \cdot \frac{\gamma}{L_2})] . \quad (3)$$

$$p = x - x_m ; \quad \gamma = x - x_{km} .$$

Получены так же зависимости и для определения уклонов $U(x)$ и кривизны $K(x)$.

Результаты моделирования мульды оседания приведены на рис. 2.

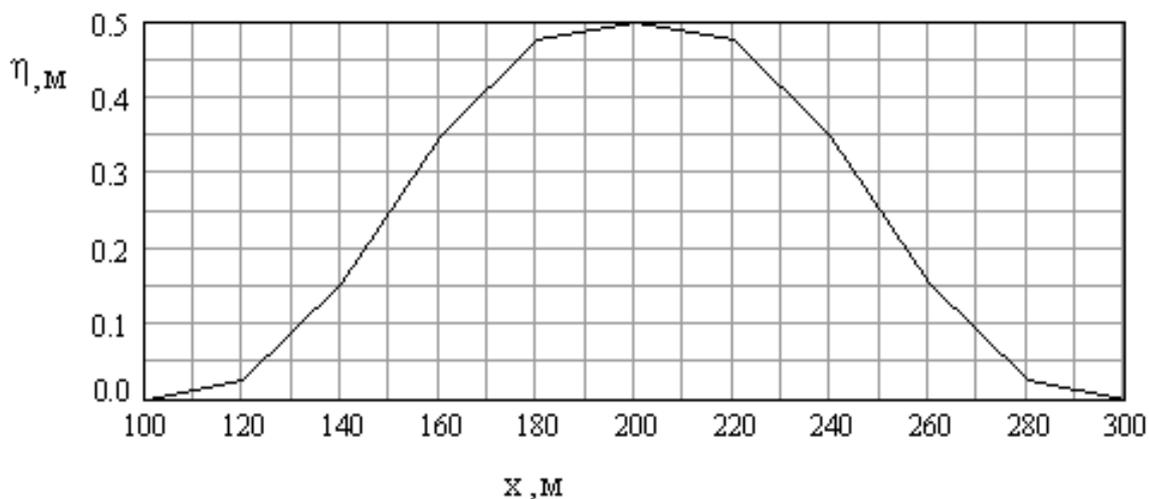


Рис. 2 Модель мульды оседания, привязанная к заданному участку дороги

3. Моделирование влияния ПГР на продольный профиль дороги

Моделирование влияния ПГР на продольный профиль дороги выполняется на основе следующих зависимостей:

1. Высоты точек деформированного профиля:

$$Hd_1(x) = Hd_0(x) - \eta(x);$$

2. Уклоны по деформированному профилю:

$$Ud_1(x) = Ud_0(x) + U(x);$$

3. Кривизна по профилю:

$$Kd_1(x) = Kd_0(x) + K(x),$$

где $Hd_0(x)$, $Ud_0(x)$, $Kd_0(x)$ - высоты, уклоны, кривизна на профиле до подработки; $\eta(x)$, $U(x)$, $K(x)$ - оседания, уклоны, кривизна в мульде.

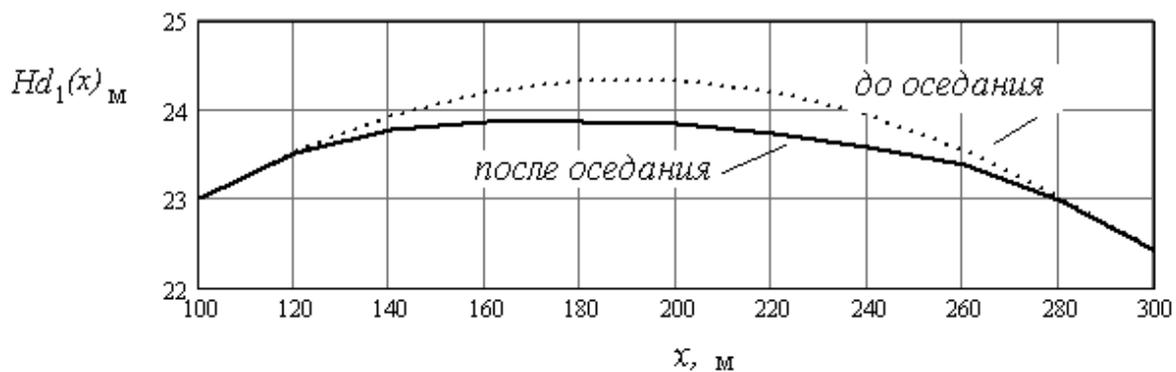


Рис. 3 Результаты влияния мульды оседания на высоты профиля.

Анализ результатов исследования деформаций земной поверхности при интервале между точками 15-20 и 0,5-10,0м позволил установить новые закономерности изменения геометрических параметров в этом диапазоне и оценить возможное влияние ПГР на ровность. По выполненным оценкам оно оказалось значимым как для ровности, так и транспортно-эксплуатационных показателей дорог, прямо или косвенно с ней связанных. Дальнейшие исследования деформаций профиля на уровне ровности направлены на создание более полной модели, учитывающей деформации всей поверхности участка при широком диапазоне длин волн.

Результаты моделирования с использованием новой модели деформирования профиля показывают, что кроме собственно процесса геометрических изменений и преобразований нужно учитывать временной фактор и возможные в течение заданного времени изменения как геометрии дороги, так и параметров подработки.

Заклучение

Выполненные исследования показывают возможность моделирования влияния подземных горных работ на параметры автомобильных дорог. Выявленные особенности указывают на сложность проблемы и необходимость изменения требований к составу и качеству исходной информации.

Список использованных источников

1. Білятинський О.А. Концепція науково-технічної програми «Автомобільні дороги на техногенно-деформованих територіях»/ О.А. Білятинський, В.О. Пеньков, І.В. Шилін // Автошляховик України. – 1996, №3. – С. 35-37.
2. Оцінка впливу підземних гірничих робіт на рівність автомобільних доріг / О.А. Білятинський, В.О. Пеньков // Автомоб. дороги і дор. буд-во. – 1997. – Вип. 56. – С. 159-162.
3. Пеньков В.А., Сирик А.Г. Влияние подработки на городские улицы и дороги/ В.А.Пеньков, А.Г. Сирик //Містобудування та територіальне планування,- К.: КНУБА .-1999.- вип. 4. - С. 98-105.

Анотація

У статті розглянуто модель впливу осідань земної поверхні при підземних гірських роботах на зміну елементів поздовжнього профілю автомобільних доріг. Наведено результати моделювання.

Ключові слова : Дороги, підземні гірничі роботи, профіль, деформації

Abstract

The article discusses the model of the influence of ground surface subsidence due to groundwater furnace works on change elements of the longitudinal profile of motor roads.

The results of the simulation.

Keywords : Roads, underground mining, deformation