

УДК 622. 834.1: 577.4 (21)

к.т.н., доц. Пеньков В.А.  
Харьковский национальный университет  
городского хозяйства им. А.Н Бекетова

## ОСОБЕННОСТИ ВОДООТВОДА НА ДОРОГАХ ПОДРАБАТАВАЕМЫХ ГОРОДОВ

*Рассмотрены особенности поверхностного водоотвода на автомобильных дорогах подрабатываемых территорий. Описано влияние оседания земной поверхности и проявлений локальной кривизны на условия работы боковых канав.*

*Ключевые слова. Подземные горные работы, автомобильные дороги, поверхностный водоотвод, боковые канавы, уступы*

**Актуальность темы.** На территориях угольных бассейнов, где ведутся подземные горные работы (ПГР), изменяется пространственное положение значительных по площади участков земной поверхности и расположенных на ней зданий и сооружений. Изменение пространственного положения вызывает изменение параметров геометрических элементов и приводит к значительным деформациям вплоть до разрушения.

Влияние ПГР на многие объекты изучается давно и во многих странах. Современные методы прогнозирования позволяют в значительной степени его ослабить. Влияние этого фактора на дороги изучается в Украине с 80-х годов XX в., но по разным причинам, недостаточно активно и эффективно, оставляя неизученными ряд вопросов. В работах [1-5] выполнена оценка условий водоотвода на подрабатываемых дорогах, показана его значимость, предложены зависимости для расчетов, но только для покрытий.

**Цель и задачи исследования.** Изучение влияния ПГР на элементы поверхностного водоотвода городских дорог, оценка влияния проявлений локальной кривизны на условия работы боковых канав.

**Материалы исследования.**

*1. Влияние ПГР на водоотвод при пологом падении угольных пластов.*

В этом случае величина и направление изменения уклонов зависит от положения участка дороги относительно мульды сдвижения. В первом приближении поверхность мульды можно представить в виде поверхности, соответствующей кривой нормального распределения. При этом кроме растяжения, и сжатия на отдельных участках возможно кручение. Основные факторы, влияющий на условия работы и водно-тепловой режим это изменения уклонов, горизонтальные и вертикальные деформации.

Возможно различные сочетания поверхности мульды и деформируемого элемента дорожного водоотвода: общий уклон полумульды по знаку совпадает с уклоном канавы и увеличивает его; общий уклон полумульды по знаку противоположен уклону канавы и уменьшает его; между направления уклонов мульды и канавы имеется существенный угол

При этом в пределах полумульды уклоны на отдельных участках могут значительно (в несколько раз) и с различными знаками в пределах полумульды отличаться от общего и с различными знаками, создавая техногенную шероховатость поверхности.

Учитывая, что величины оседаний земной поверхности могут достигать нескольких метров, а размеры полумульд сотен метров, то за время существования дороги до реконструкции уже при оседании 1м и длине полумульды 250м, изменение уклона составит 4‰, что соизмеримо с допустимыми значениями минимальных уклонов и строительными допусками.

По результатам полевых наблюдений изменения уклонов при расстоянии между точками 15м, на отдельных участках могут значительно (в несколько раз) и с различными знаками отличаться от общего, создавая техногенную шероховатость поверхности. При этом снижение проектных отметок на величину оседания приводит к изменению уровня грунтовых вод. Известны случаи выхода на воды поверхность. [3,4]

## *2. Влияние ПГР на водоотвод при крутом падении угольных пластов.*

Изучение проявлений локальной кривизны - уступов на автомобильных дорогах угледобывающих районов с крутым падением угольных пластов позволило установить некоторые закономерности их образования, провести систематизацию основных случаев их взаимодействия с дорогами (проезжей частью). Показано, что степень взаимодействия в значительной степени зависит от геометрических параметров уступов и дорог и их взаимного расположения [1,2]. В работах [3,4] представлены основные зависимости для определения геометрических параметров уступов и зоны их геометрического взаимодействия с дорогой – ЗГВ.

Направление развития уступа может составлять с направлением дороги угол от 0° до 360°. При этом общий уклон уступа по знаку может совпадать с уклоном дороги, или быть ему противоположным. В последнем случае на деформируемой поверхности образуются углубления. Специфические условия водоотвода образуются при наличии продольных уступов, совпадающих по направлению с направлением дороги. В этом случае возможно образование, как продольных канавок значительного протяжения, так и уменьшение поперечного сечения канавы и перераспределения всей воды под ее внутренний откос.

Так как в отличие от покрытия уступа на откосах и в боковых канавах при текущих и капитальных ремонтах не учитываются и не устраняются, их высота может быть значительно больше, чем на покрытии и достигать 50-60см.

На рис.1 представлено влияние поперечного уступа на условия водоотвода канавы. При этом необходимо учитывать, что на участках с образованием уступов, на уклон канавы одновременно влияют уклон мульды и уклон уступа в разных сочетаниях.

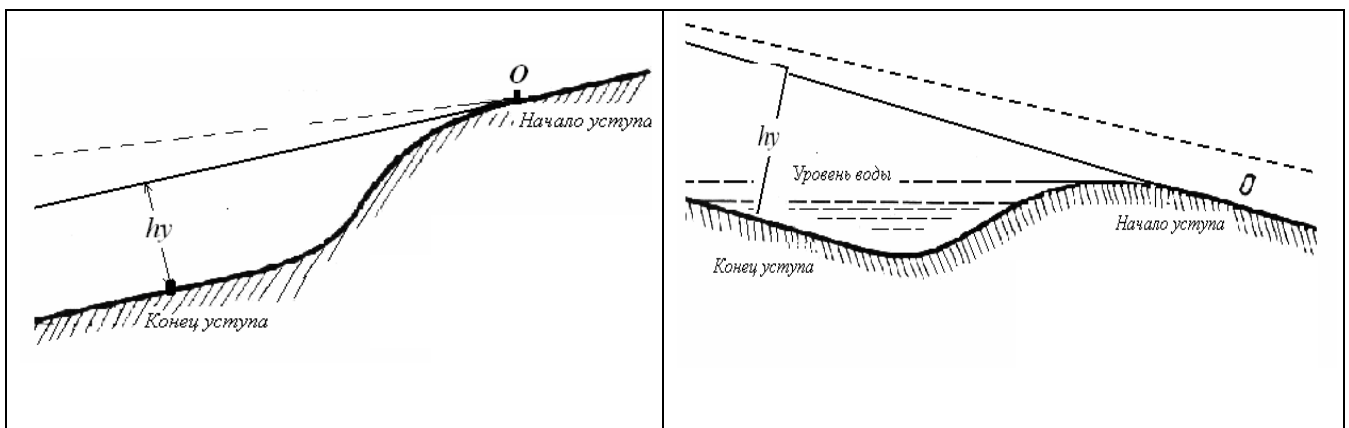


Рис.1 Схема влияния уступа на продольный уклон канавы а) уклоны совпадают; б) уклоны противоположны; Положения дна канавы: ----- до оседания; — после оседания без уступа; — после оседания с уступом.

При определенных условиях вода в углублениях не удерживается.

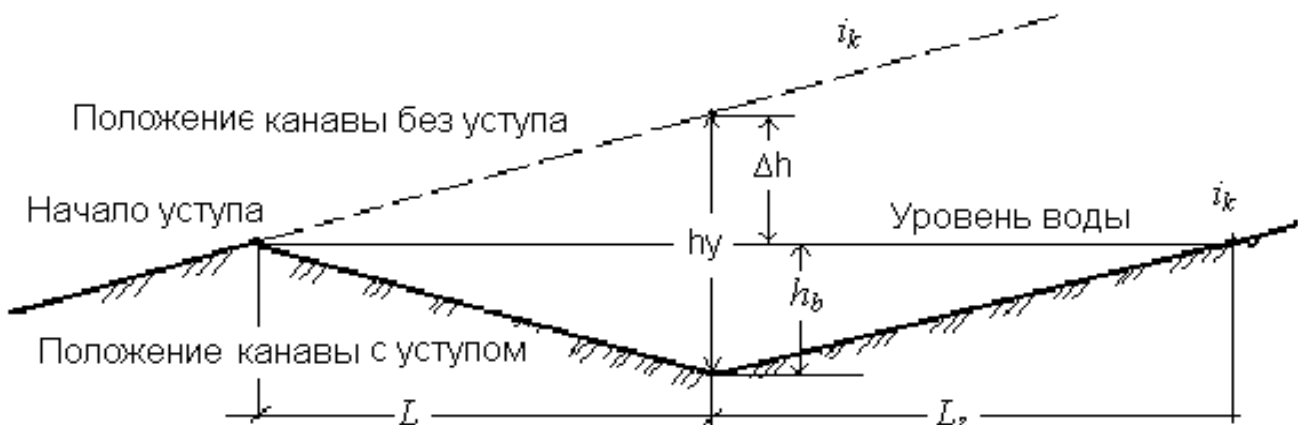


Рис. 2 Схема образования застоя воды

Для схемы образования впадин уступа в канавах, учитывая невысокие требования к качеству формообразования при земляных работах, поверхность уступа можно в первом приближении можно наклонной плоскостью. Условия образования застоя воды в канаве:

Для того чтобы вода не задерживалась в углублении уступа, уклон уступа должен быть меньше критического.

Для того чтобы вода задерживалась в углублении уступа, ее уровень должен быть выше самой низкой точки поперечного профиля на уступе.

Высотная отметка самой низкой точки профиля канавы на уступе равна отметке поверхности воды.

Основные зависимости для определения параметров затапливаемого участка углубления в соответствии с принятой схемой (рис.1)

Уклон поверхности уступа, как наклонной плоскости:

$$i_y = h_y / L.$$

Изменение абсолютной (геометрической) высоты уступа в пределах его длины:

$$\Delta h = L \cdot i_k;$$

Максимальная глубина воды по оси канавы в конце уступа

$$h_{b_{\max}} = h_y - \Delta h;$$

где:  $b_k$  - ширина канавы трапециевидального сечения;  $1:m$  - крутизна откосов;

$L$  - протяженность уступа вдоль канавы;  $h_y$  - высота уступа;

$i_k$  - продольный уклон канавы.

В зависимости от продольного уклона канавы  $i_k$  и высоты уступа  $h_y$ , возможны различные случаи заполнения углубления водой (глубины воды  $h_b$ ):

- если глубина воды по оси канавы в конце уступа  $h_b = h_{b_{\max}}$ , то затопление полное;

- при  $h_b < h_{b_{\max}}$  затопление неполное;

- при  $h_b = 0$ , затопление нулевое - отсутствие застоя воды по геометрическим условиям канавы.

Отсутствие застоя воды определяется: - критическим значением уклона канавы  $I_k$   $I_k \geq h_y / L$ .

- критической (минимальной) высотой уступа  $h_{y_{\min}} = L \cdot i_k$ .

Так, при средне статистических значениях параметров уступов  $L = 5.0$  м,  $h_y = 0.2$  м, получим:  $I_k \geq h_y / L = I_k \geq 0.040$ .

При  $L = 5$  м, минимальном значении продольного уклона канавы  $I_k \geq 0.002$ , значимое значение высоты  $5.0 \cdot 0.002 = 0.01$  м,

Уступы высотой менее 50мм, как правило, на земной поверхности не фиксируются из-за сглаживающего действия грунтов, но их появление возможно прогнозировать. Кроме того, необходимо учитывать площадь смачиваемой поверхности, толщину слоя и объем воды.

Для средних условий при  $h_y = 0.2$ ,  $i_k = 20\%$ :

- протяженность затапливаемого участка - 15м;

- площадь смоченной поверхности - 8.2м<sup>2</sup>.

- объем удерживаемой воды - 2,55м<sup>3</sup>

Учитывая, что на 1 км дороги приходится около 30 уступов, происходит заметное ухудшение водоотвода и образуется слой воды, который покрывает значительные площади.

### **Выводы.**

Изучение особенностей водоотвода с учетом возможностей прогнозирования местоположения, величины уступа и типа взаимодействия с дорогой способствует разработке новых методов ослабления и устранения их вредного влияния на городские улицы и дороги. Предложенные зависимости для оценки условий водоотвода и определения параметров деформированных участков городских улиц и дорог могут быть использованы в проектно-исследовательских и ремонтно-строительных организациях для принятия рациональных проектных и организационных решений.

### **Перечень использованных источников**

1. Пеньков В.А., Сирик А.Г. Влияние подработки на городские улицы и дороги. // Містобудування та територіальне планування, вип. 4. - К.: КНУБА, 1999. - С. 98-105.
2. Пеньков В.А., Сирик А.Г. Перспективы исследований влияния локальной кривизны на городские улицы и дороги Донбасса. // Містобудування та територіальне планування, вип. 6. - К.: КНУБА, 2000. - С. 126-133
3. Пеньков В.А., Сирик А.Г. Параметры зоны геометрического воздействия локальной кривизны на городские улицы дороги // Містобудування та територіальне планування, вип. 7. - К.: КНУБА, 2000. - С. 152-165.
4. Пеньков В.А., Сирик А.Г. Систематизация уступов на подрабатываемых улицах и дорогах // Містобудування та територіальне планування, вип. 8. - К.: КНУБА, 2001. - С. 137-145.
5. Пеньков В.О., Сирик О.Г., Москвіна Т.І. Оцінка впливу підземних гірничих робіт на водно-тепловий режим міських доріг. // Містобудування та територіальне планування, вип. 6. - К.: КНУБА, 2000. - С. 126-133.
6. Пеньков В.А. Моделирование поверхности дороги, деформированной уступами. // Містобудування та територіальне планування, вип. 10. - К.: КНУБА, 2001. - С. 138-143.

### **Анотація**

У роботі наведені принципи і основні залежності для моделювання процесів водовідведення на поверхні міських доріг, розташованих на підроблюваних територіях, що деформуються під впливом підземних гірничих робіт і при наявності на прояві локальної кривизни - уступів.