

УДК 625.745.3

LINEAR SURFACE DRAINAGE FROM ROAD COVERAGE, TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS

ЛІНІЙНЕ ПОВЕРХНЕВЕ ВОДОВІДВЕДЕННЯ З ПОКРИТТЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРИГ, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ



Volodymyr Kaskiv, Ph.D., Associate Prof. M.P. Shulgin State Road Research Institute State Enterprise (DerzdorNDI SE), Kyiv, Ukraine
e-mail: vi_kas@ukr.net, тел: +380504458544

<https://orcid.org/0000-0002-8074-6798>



Vladyslav Havryshchuk ACO Building Materials Ltd., Kyiv, Ukraine
e-mail: vlad.havryshchuk@gmail.com, тел: +380963796185

<https://orcid.org/0000-0003-3164-4426>

Abstract. Road surfaces are characterized by high runoff rates, with only a few percent of the total spent on weathering, evaporation and wetting. The design of drainage structures is reduced to the use of standard solutions for drainage from the pavement and beyond the ground. Surface water flowing from the surface of the carriageway, roadsides and slopes, accumulates in the soles of the ground. However, there are no methods for draining (disposal) outside the highway, within the drainage lane. This issue is especially relevant in the design of public roads within the settlements.

In unfavorable design conditions, there is a need for linear surface drainage to cover roads, to ensure efficient drainage, minimize soaking of road structures and ground, reduce filtration of contaminated runoff into the soil and reduce the drainage lane of the highway.

Key words: highway, drainage, tray, road pavement, roadbed.

Introduction. A highway is a complex linear object that consists of a complex of buildings. The reliability, durability and importance of their failure-free operation are directly related to traffic safety. It is especially important to ensure the transport and operational indicators of the elements that are directly affected by the load from the rolling stock, weather and climatic factors (temperature changes, the effects of precipitation, weathering, etc.), solar radiation, maintenance measures. Preservation of transport and operational indicators is provided by effective functioning of all elements of the road. To ensure the stability

of the ground from the effects of surface water on public roads provide for the installation of drainage structures. According to the purpose, design features and operating conditions, the following design schemes of surface drainage organization are distinguished: from the area fir closely to the road surface and directly from the road surface; from the surface of traffic junctions and bridges; from surfaces bounded by regulatory and shore protection structures. The choice of measures and schemes of organization of drainage depends on technical and economic indicators.

The main part. In [1] there are the schemes of drainage arrangement on highways presented, but the measures are not taken into account [2]. The solutions presented in [2, 3] are characterized as high-tech, sealed surface drainage systems with a high level of safety and reliability (Fig. 1).

Environmental aspects of the application of these solutions for the construction of drainage on highways have been insufficiently studied. According to [4], it is allowed to use a simplified scheme drainage runoff into the pond, even without prior treatment. The determining factor in this case is the low concentration of pollutants due to high rainfall. However, with low-intensity precipitation, we obtain a high concentration of contaminated runoff: suspended solids, petroleum products, heavy metals, anti-ice reagents, etc. [5-7]. Standard [1] provides for the installation of one of the options for drainage from roads:

Scheme 1. It is characterized by free flow of water on the surface of the carriageway to the curb, then on the slopes and then in the side drainage ditches (cuvettes). The flow rate of water in this case is determined by the parameters of longitudinal and transverse slopes of the carriageway and roadsides, normalized by DBN B.2.3-4, the condition of the pavement, as well as its type, regulated by a standard design for pavement. This scheme is used on public roads of all technical categories.

Scheme 2. It is characterized by free flow of water on the surface of the carriageway to the edge of the catchment trays located on the edge of the carriageway, then in open sloping drains installed at certain distances from each other, then in drainage fortified ditches, sewage treatment plants or on adjacent territory. This scheme is used on public roads I - III, sometimes - IV technical categories. According to this scheme, the surface drainage system includes typical reinforced concrete catchment edge and spillway telescopic trays, as well as reinforced drainage ditches.

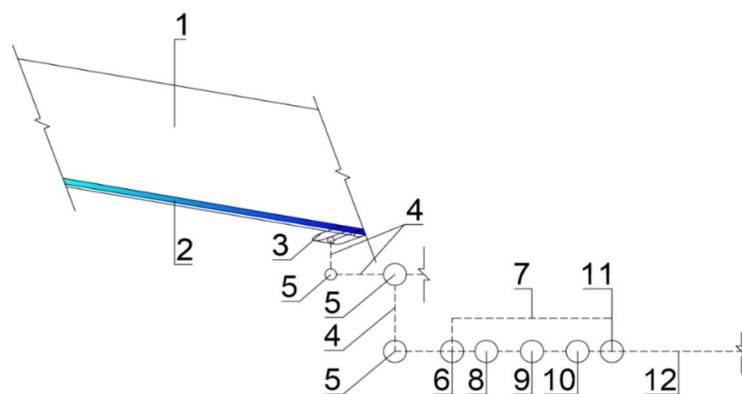


Figure 2 - Comprehensive drainage scheme,

- 1 - area; 2 - drainage tray channel [2]; 3 – sump unit; 4 - sewer pipeline; 5 - rotary (revision) well;
- 6 - distribution well; 7 – by-pass; 8 - settling tank; 9 - coalescent separator of oil products;
- 10 - sorption filter; 11 - control well; 12 - discharge of treated effluent into the evaporation basin, filtration facilities or reservoir

Рисунок 2 – Комплексна схема водовідведення,

1 – водозбірний басейн; 2 – водовідвідний канал; 3 – піскоуловлювач; 4 – каналізаційний трубопровід; 5 – поворотний (ревізійний) колодезь; 6 – розподільчий колодезь; 7 – аварійний трубопровід; 8 – відстійник; 9 – коалесцентний сепаратор нафтопродуктів; 10 – сорбційний фільтр; 11 – контрольний колодезь; 12 – відведення очищеного стоку у випаровувальний басейн або фільтраційні споруди

Scheme 3. It is characterized by free flow of water on the surface of the carriageway to the curbs, then in open sloping spill trays, which are located at certain distances from each other, then in drainage fortifications, treatment facilities, closed sewers or the surrounding area. On public roads, a combination of several surface drainage schemes is possible. When organizing surface drainage, special attention is paid to junctions of edge and slope structures, areas of entrance to the slope tray, extinguishers in the end part of slope slopes, strengthening of the lower reaches of the slope slope structure and areas of its connection with longitudinal drainage ditches, treatment facilities.

Additionally, the work will evaluate the scheme of drainage in a closed way and open linear tray channels [4].

Discharge of polluted runoff through slopes or soil ditches should not be used on highways of I-II categories, due to significant indicators of pollution. For areas with high traffic, the arrangement of bridges, overpasses and the passage of public roads through settlements, it is advisable to consider a comprehensive scheme of organization of drainage (Fig. 2).

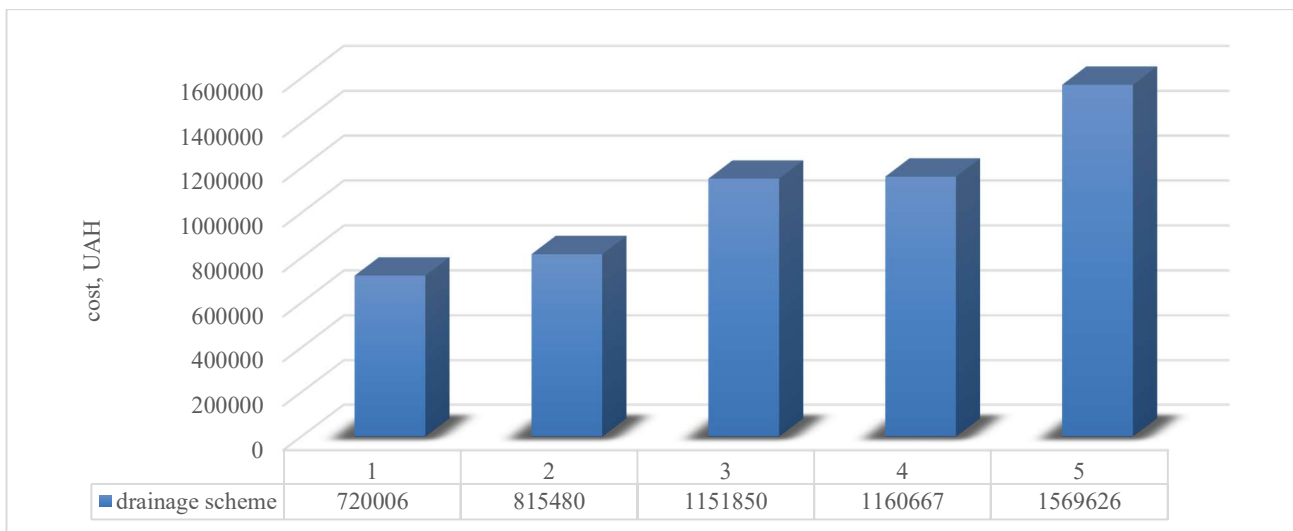


Figure 3 - Estimated cost of the scheme by drainage area 100m

1 - free flow of water on the surface of the carriageway to the curb, then on the slopes and then in the side drainage ditches (ditches); 2 - free flow of water on the surface of the carriageway to the curbs, then in the open sloping spill trays, which are located at certain distances from each other; 3 - free flow of water on the surface of the carriageway to the edge of the catchment trays located on the edge of the carriageway, then in the open sloping drains installed at certain distances from each other, then in the drainage fortified ditches; 4 - closed sewer network; 5 - linear surface drainage

Рисунок 3 – Кошторисна вартість схем водовідведення водозбірної ділянки – 100 м

1 – вільне стікання води по поверхні проїзної частини автомобільної дороги на узбіччя, далі на укоси та потім у бічні водовідвідні канави (кювети); 2 – вільне стікання води по поверхні проїзної

частини автомобільної дороги до прикрайкових водозбірних лотків, що розташовуються на певній відстані один від одного; 3 - вільне стікання води по поверхні проїзної частини автомобільної дороги до бордюрів, далі у відкриті укісні водоскидні лотки, які розташовані через певні відстані один від одного, потім у водовідвідні укріплені русла; 4 – закрита мережа дощової каналізації; 5 – лінійне поверхневе водовідведення

The complex scheme (Fig. 3) of organization of drainage should provide collection, transportation, treatment and removal of the treated drain (utilization), depending on conditions of passage of a route of the highway, a relief, climatic, hydro-geological characteristics of the area.

The estimated cost is given without taking into account the installation of local wastewater separators in accordance with [8-11]. The technical component will be presented in the form of 10 indicators (Fig. 4).

At the highest construction cost, linear surface drainage is characterized by the highest technical indicators and scheme 1 - free flow of water on the road surface to the curb, then on the slopes and then in the side drainage ditches (ditches) is the cheapest and least technically perfect .

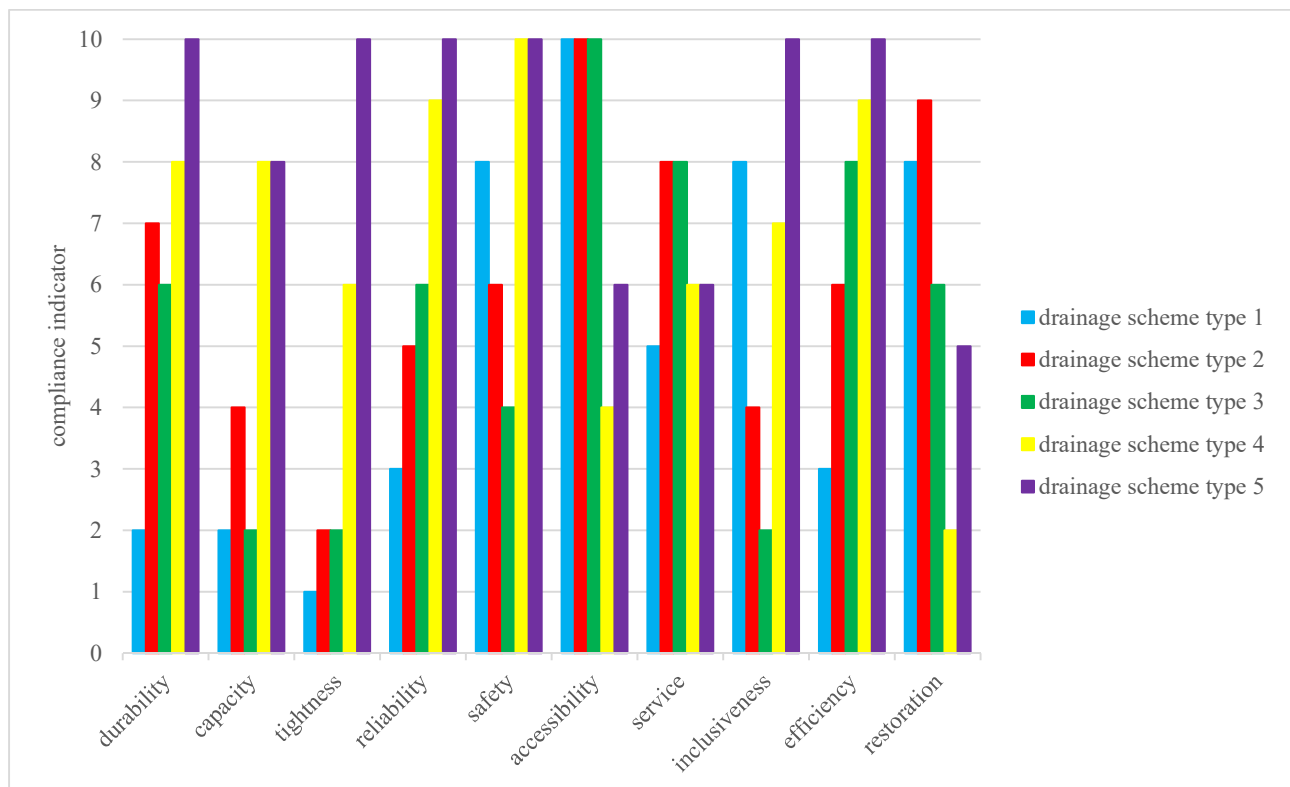


Figure 4 - Characteristics of drainage methods

Рисунок 4 – Характеристики методів влаштування водовідведення

Taking into account technical and economic indicators, it is expedient to consider conditions of application of complex decisions on drainage (tab. 1).

Table 1 - Characteristics of measures for the organization of drainage
 Таблиця 1 – Характеристики заходів організації водовідведення

№	Category management	Areas	Basic solutions	Terms of use
1	I	Bridges, overpasses, sections through settlements of the I category of roads	Drainage canals, bridge ladders (according to [2]), rainwater wells, pipeline networks, local separators with sorption filter, discharge of treated effluent into reservoirs, infiltration systems, evaporation basins	For the installation of drainage trays, the longitudinal slope should be in the range of 3-20%. Infiltration into the soil is possible in the absence of high groundwater levels and high filtration characteristics of soils
2	II	Sections through settlements of the II category of roads	Drainage trays (according to [2]), rainwater wells, pipeline networks, local separators with sorption filter, discharge of treated effluent into infiltration systems, evaporation basins	For the installation of drainage trays, the longitudinal slope should be in the range of 3-20%. Infiltration into the soil is possible in the absence of high groundwater levels and high filtration characteristics of soils
3	III	Sections through agricultural lands of I, II category of roads	Surface drainage (according to [1]), local separators, discharge of treated effluent into infiltration systems, evaporation basins	Infiltration into the soil is possible in the absence of high groundwater levels and high filtration characteristics of soils
4	IV	Forests, agricultural lands	Surface drainage (according to [1]), discharge of treated effluent into infiltration systems, evaporation basins	Infiltration into the soil is possible in the absence of high groundwater levels and high filtration characteristics of soils

Conclusions. The analysis of drainage design schemes on sections of public roads is carried out in the work [1, 4]. The main technical characteristics of drainage schemes are determined. A technical and economic comparison of options for surface drainage on public roads is conducted. The cost of drainage solutions from the simplest to the most efficient varies twice, and the technical characteristics - up to 70%. It is determined that capital costs at the design and construction stage ensure reliable and long-lasting operation of the drainage system. The scheme of the complex decision on the device of drainage with conditions of their effective work is offered. An additional factor in the use of drainage in a closed way and as open linear tray channels [4] are the environmental aspects of solving the problem of environmental pollution by surface runoff from roads.

References

1. DSTU 9057: 2020 Guidelines for the design and installation of surface drainage structures on public roads [Effective from 28.09.2020] Ed. ofits. Kyiv: UkrNDNC 2020, 30p. [in Ukrainian]
2. EN 1433:2002 Drainage channels for vehicular and pedestrian areas - Classification, design and testing requirements, marking and evaluation of conformity

3. Havryshchuk V.V. Analysis of drainage design methods from highways Havryshchuk V.V. Kaskiv V.I./ Automobile roads and road construction. Kyiv - 2019, No. 106 [in Ukrainian]
4. DBN B.2.5-75: 2013 Sewage. External networks and structures. Basic design principles. [Effective 01.01.2014] View. offic. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine. 2013. 219p. [in Ukrainian]
5. Vaskina IV Estimation of technogenic load on roadside ecosystems: Dis. ... Can. Tech. Science: 21.06.01 - S., 2018.– 214p. [in Ukrainian]
6. Kolomiets SV Increasing the level of environmental safety of motor transport enterprises: Dis. ... Cand. Tech. Science: 21.06.01. - Kyiv, 2019. - 164 p. [in Ukrainian]
7. Mostepan OV Estimation of influence of pollution of storm waters from a surface of highways on environment: Dis. ... Cand. tech. Science: 21.06.01. - Kharkiv, 2004. - 251 p. [in Ukrainian]
8. GBN B.2.3-218-007: 2012. Transport facilities. Environmental requirements for roads. Designing. [Effective from 01.10.2012] Ed. ofits. Kyiv: Ukravtodor, 2012, 25p. [in Ukrainian]
9. DTSU 3013-95 System of standards in the field of environmental protection and rational use of resources. Hydrosphere. Rules for controlling the discharge of rain and snow sewage from the territories of cities and industrial enterprises. [Effective 23.02.1995] offic. Kyiv: State Standard of Ukraine, 1995, 17 p. [in Ukrainian]
10. DTSU -N B B.2.5-71: 2013 Surface sewage treatment plants. Design guidance (CH 496-77, MOD). [Effective 01.01.2014] View. offic. Kyiv: Minregion of Ukraine, 2014, 30 p. [in Ukrainian]
11. DTSU 8691: 2016 Wastewater. Guidelines on the establishment of technological standards for the discharge of rainwater into water bodies [Effective on 10/31/2016] offic. Kyiv: UkrNDNC, 2016, 28p. [in Ukrainian]

ЛІНІЙНЕ ПОВЕРХНЕВЕ ВОДОВІДВЕДЕННЯ З ПОКРИТТЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Каськів В. І., Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна (ДП «ДерждорНДІ»), м. Київ, Україна, e-mail: vi_kas@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-8074-6798> тел:+380504458544

Гавришук В. В., ТОВ «АКО Будівельні Елементи Лтд.», Київ, Україна
vlad.havryshchuk@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3164-4426> тел: +380963796185

Анотація. Покриття автомобільних доріг характеризуються високими показниками стоку, лише кілька відсотків від загальної кількості витрачаються на вивітрювання, випаровування та змочування. Проектування водовідвідних споруд зводиться до застосування типових рішень, щодо відведення стоку з покриття та за межі земляного полотна. Поверхневі води, що стікають з поверхні проїзної частини автомобільної дороги, узбіч і укосів, акумулюються у підшви земляного полотна. Однак відсутні методики, щодо відводу стоку (утилізації) за межі автомобільної дороги, в межах смуги відводу. Особливо актуальне дане питання при проектуванні автомобільних доріг загального користування в межах населених пунктів.

У несприятливих умовах проектування виникає потреба у влаштування лінійного поверхневого водовідведення з покриття автомобільних доріг, для забезпечення ефективного водовідводу, мінімізації замочування шарів дорожніх конструкцій та земляного полотна, зменшенню фільтрації забрудненого стоку в ґрунти та зменшення смуги відводу автомобільної дороги.

Ключові слова: автомобільна дорога, водовідведення, лоток, дорожній одяг, земляне полотно.

Перелік посилань

1. ДСТУ 9057:2020 Настанова з проектування та влаштування споруд поверхневого водовідведення на автомобільних дорогах загального користування [Чинний від 28.09.2020] Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ 2020, 30с.
2. ДСТУ Б EN 1433:2016 Лотки водовідвідні для транспортних і пішохідних зон. Класифікація, вимоги до виготовлення, методи випробувань, маркування та оцінка відповідності
3. Гаврищук В. В. Аналіз методів проектування водовідведення з автомобільних доріг/ Гаврищук В. В., Каськів В.І./ Автомобільні дороги. К - 2019, вип. 106
4. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 01.01.2014] Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України. 2013. 219с.
5. Васькіна І.В. Оцінка техногенного навантаження на придорожні екосистеми: Дис. ... кан. Техн. Наук: 21.06.01 – С., 2018.– 214с.
6. Коломієць С.В. Підвищення рівня екологічної безпеки автотранспортних підприємств : Дис. ... канд. техн. наук: 21.06.01. – Київ, 2019. – 164 с.
7. Мостепан О.В. Оцінка впливу забруднення зливових вод з поверхні автомобільних доріг на навколишнє середовище: Дис. ... канд. техн. наук: 21.06.01. – Харків, 2004. – 251 с.
8. ГБН В.2.3-218-007:2012. Споруди транспорту. Екологічні вимоги до автомобільних доріг. Проектування. [Чинний від 01.10.2012] Вид. офіц. Київ: Укравтодор, 2012, 25с.
9. ДСТУ 3013-95 Система стандартів у галузі охорони навколишнього середовища та раціонального використання ресурсів. Гідросфера. Правила контролю за відведенням дощових і снігових стічних вод з територій міст і промислових підприємств. [Чинний від 23.02.1995] Вид. офіц. Київ: Держстандарт України , 1995, 17с.
10. ДСТУ-Н Б В.2.5-71:2013 Споруди для очищення поверхневих стічних вод. Настанова з проектування (СН 496-77, MOD). [Чинний від 01.01.2014] Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України , 2014, 30с.
11. ДСТУ 8691:2016 Стічні води. Настави щодо встановлення технологічних нормативів відведення дощових стічних вод у водні об'єкти [Чинний від 31.10.2016] Вид. офіц. Київ: ДП УкрНДНЦ, 2016, 28с.