

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
Навчально-науковий інститут архітектури, будівництва та землеустрою  
Кафедра автомобільних доріг, геодезії, землеустрою та сільських будівель

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**до кваліфікаційної роботи бакалавра**  
**на тему**

**ПРОЕКТ БУДІВНИЦТВА АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ**  
**II КАТЕГОРІЇ В СТАРОБІЛЬСЬКОМУ РАЙОНІ**  
**ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Розробив: **Мусієнко Ольга Володимирівна**  
студент гр. 301-пБА,  
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
№ з.к. 18055

Керівник: **Сергєєв Олександр Сергійович**  
старший викладач кафедри автомобільних доріг,  
геодезії, землеустрою та сільських будівель

Рецензент:

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
Навчально-науковий інститут архітектури, будівництва та землеустрою  
Кафедра автомобільних доріг, геодезії, землеустрою та сільських будівель

**ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ**  
**до кваліфікаційної роботи бакалавра**  
**на тему**  
**ПРОЕКТ БУДІВНИЦТВА АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ**  
**II КАТЕГОРІЇ В СТАРОБІЛЬСЬКОМУ РАЙОНІ**  
**ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Розробив: **Мусієнко Ольга Володимирівна**  
студент гр. 301-пБА,  
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
№ з.к. 18055

Консультанти:

проектно-будівельна частина

**к.т.н., доц. Ільченко В.В.**

**к.т.н., доц. Гасенко Л.В.**

спеціальна частина

**ст.викладач Сергєєв О.С.**

Допустити до захисту  
зав. кафедри

**к.т.н., доц. Литвиненко Т.П.**

## ЗМІСТ

### Вступ

#### 1. Проектно-будівельна частина

1.1. Роль доріг в економіці держави

1.2. Загальна характеристика району прокладення траси

1.3. Визначення категорії дороги та обґрунтування основних норм її проектування

1.3.1. Визначення категорії дороги

1.3.2. Визначення ширини проїзної частини

1.3.3. Визначення розширення смуг руху проїзної частини на кривій ділянці дороги

1.3.4. Розрахунок мінімального радіусу

1.3.5. Розрахунок радіуса на віражах

1.3.6. Розрахунок мінімального радіусу вертикальних кривих

1.3.7. Розрахунок радіуса увігнутої кривої для забезпечення видимості

1.3.8. Розрахунок відстані видимості

1.3.9. Розрахунок відгону віражу

1.4. Будівельні рішення

1.4.1. Проектування на топографічній карті двох варіантів плану траси та їх порівняння

1.4.2. Поздовжній профіль

1.4.3. Поперечний профіль

1.4.3. Підрахунок об'ємів земляних робіт

1.4.4. Розрахунок дорожнього одягу

				<b>301-пБА 18055 ПЗ</b>			
<b>Розробив</b>	Мусієнко О.			Проект будівництва автомобільної дороги другої категорії в Старобельському районі Луганської області	Стадія	Аркуш	Аркушів
<b>Керівник</b>	Сергєєв О.О.				БКР		
<b>Н. контр.</b>	Льченко В.В.				Кафедра автомобільних доріг, геодезії, землеустрою та сільських будівель		
<b>Затвердив</b>	Литвиненко Т.П.						

## **2. Спеціальна частина**

2.1. Загальні положення

2.2. Розрахунок максимальної витрати води

2.2.1. Максимальна витрата води від зливового стоку

2.2.2. Максимальна витрата води від сніготанення

2.3. Підбір отвору водоперепускної труби

**Загальні висновки**

**Список використаної літератури**

## ВСТУП

Згідно завдання, виданого кафедрою автомобільних доріг, геодезії, землеустрою та сільських будівель, необхідно запроєктувати автомобільну дорогу загального користування.

Вихідні дані:

- категорія дороги – II;
- район проходження – Луганська область;
- топографічна карта в масштабі – М1:10 000.

## РОЗДІЛ 1. ПРОЕКТНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

### 1.1. Роль доріг в економіці держави

Розвиток та ефективність народного господарства значною мірою залежить від стану автомобільного транспорту та мережі автомобільних доріг, як важливої складової економіки. Автомобільний транспорт утримує лідерство щодо обсягів вантажних перевезень порівняно з морським, залізничним, повітряним та іншими видами. В умовах ринкових відносин одним із важливих напрямів загальноекономічної діяльності галузі є розвиток внутрішньодержавних та міжнародних автомобільних перевезень, що сприяє розвитку в державі виробничої сфери, культурних зв'язків, туризму і є історичним джерелом валютних надходжень.

Розвиток автомобільного транспорту неможливий без подальшого розширення мережі доріг, відповідного поліпшення транспортно-експлуатаційних характеристик дорожніх споруд та забезпечення їх високої надійності.

Стан мережі автомобільних доріг віддзеркалює економіку держави. Будівництво автомобільних доріг – одна з найбільш прибуткових галузей народного господарства.

Дороги призначені забезпечити регулярний рух відповідної інтенсивності та вантажопідйомності транспортних засобів в будь яку погоду й пору року. Потреба подальшої реконструкції доріг пов'язана зі збільшенням темпів вантажоперевезень, кількістю та якістю транспортних засобів, з ростом переміщення населення. Багато що у побудованих раніше дорогах вже не відповідає сучасному технічному рівню. Особливу увагу приділяють улаштуванню обхідних доріг. Вони дають великий економічний ефект, підвищує безпеку руху, допомагають зменшити забруднення атмосфери.

Для найефективнішого поліпшення організації дорожнього руху потрібно не тільки ремонтувати дороги, а й цілеспрямовано вдосконалювати дорожньо-транспортні умови на основі комплексного підходу залежно від стану автомобільної дороги або її окремих елементів.

При ремонті доріг, як правило, проводять розширення та зміцнювання проїзної частини, улаштування жорстких поверхневих обробок, щоб продовжити термін служби дорожніх покриттів, збільшити пропускну здатність і безпеку руху по них. Збільшується об'єм робіт по улаштуванню смуг укріплення, установки дорожніх знаків і огорожування на мостах і небезпечних ділянках, по улаштуванню тротуарів і пішохідних доріжок.

Штучні споруди на автомобільних дорогах – мости, труби, тунелі, галереї – складають до 30% вартості будівництва дороги в цілому. Через це проблема підвищення ефективності капітальних укладень у дорожнє будівництво багато у чому залежить від зменшення вартості будівництва штучних споруд, поліпшення їх якості й прискорення введення в експлуатацію, що можна досягти як у наслідок застосування нових систем і конструктивних рішень, так і в результаті вдосконалення способів розрахунку й технології будівництва штучних споруд.

Як показує практика, ремонти автомобільних доріг слід проводити через чотири – п'ять років, тобто щорічно мають бути виконані ремонтні роботи на 20 – 25% доріг. Отже, за рік в Україні потрібно ремонтувати не менше 34 тис. км доріг. Однак в останні роки спостерігається значний недоремонт доріг через нестачу коштів.

## **1.2. Загальна характеристика району прокладення траси**

Луганська область розташована в південно-східній частині України в басейні середнього плину Сіверського Дінця, знаходиться на перехресті основних транзитних шляхів між країнами Європи і Кавказьким регіоном, займає вигідне географічне положення. Територія складає 26,7 тис. кв.км. Межує з областями Росії: Білгородської, Воронежської, Ростовської. Довжина державних кордонів - 776 км. Прикордонні області України: Донецька і Харківська.

Ландшафт Луганської області степовий. Поверхня області являє собою хвилясту рівнину, що підвищується від долини Сіверського Дінця на північ і на південь, де розташовується Донецький кряж. Ґрунт родючий, здебільшого чорнозем, 80% земель області доорано. Лісів мало - близько 7% території області.

### **Корисні копалини**

Область багата високоякісним вугіллям. Запаси вугілля нараховують понад 4 мільярдів тонн. У багатьох районах є залежі будівельних матеріалів: щебню, піску, глини, вапна, крейди, гіпсу, каменю, вапняку, піщаника. Є родовища природного газу, поклади золота, срібла, поліметалів, джерела мінеральних вод.

### **Клімат**

Клімат області помірно-континентальний. Середня температура самого теплого місяця (липня) складає +21С, а самого холодного місяця (січня) -7С. Зима порівняно холодна, з різкими східними і південно-східними вітрами, заморозками. Літо пекуче, друга

половина помітно суха. Середня сума опадів складає 459-505 мм. у рік, більшість яких випадає в квітні-вересні.

### **Адміністративний поділ**

Луганська область нараховує 17 районів - Антрацитівський, Біловодський, Білокуракинський, Краснодонський, Кременський, Лутугинський, Марківський, Міловський, Новоайдарський, Новопсковський, Перевальський, Попаснянський, Сватівський, Слов'яносербський, Станично-Луганський, Старобільський, Троїцький - та 14 міст обласного значення - Алчевськ, Антрацит, Кіровськ, Красний, Луч, Краснодон, Лисичанськ, Луганськ, Первомайськ, Ровеньки, Рубіжне, Свердловськ, Северодонецьк, Стаханов.

Обласним центром є місто Луганськ - одне з найбільших міст України з населенням близько 600 тисяч чоловік і великим промисловим потенціалом.

### **Населення**

Чисельність населення, що проживає на території області, на початок 2004 р. склала 2516,7 тис. чоловік, у тому числі міського - 2329,7 тис. чоловік або 86 % населення, сільського - 14 %. По чисельності населення область займає 5-те місце в Україні, залишивши попереду Донецьку, Дніпропетровську і Харківську.

Луганська область відноситься до числа густозаселених. Її середня щільність - 105 чоловік на 1 кв. км. Луганщина - одна із самих поліетнічних областей України. Тут проживають представники більш ніж 100 національностей: українці, росіяни, білоруси, узбеки, євреї, болгары, грузини, вірмени, німці, татари, поляки та інші.

## **Економіка**

Луганська область складає вагомую частину економічного потенціалу України. Вигідне географічне розташування, близькість джерел сировини і ринків збуту продукції, багатогалузева промисловість, розвинена мережа транспортних комунікацій, висока щільність населення додають області незаперечні переваги перед іншими регіонами країни.

Ведуча роль в економіці регіону належить промисловості, частка якої в обсязі валового суспільного продукту складає три чверті. По темпах зростання промислового виробництва за підсумками 2003 року Луганська область випереджає такі близькі по промислового потенціалу області, як Дніпропетровська і Харківська.

По багатьом видам промислових виробів область займає ведуче монопольне місце в Україні, забезпечуючи 31 відсоток обсягу видобутку кам'яного вугілля, 28 відсотків первинної обробки нафти і випуску нафтопродуктів, 13 відсотків - азотних добрив, 14 відсотків кальцинованої соди, 39 відсотків - синтетичних смол і пластмас, 27 відсотків – тарного картону.

Промисловий потенціал області - це багатогалузевий комплекс із ведучими галузями важкої промисловості. Лідирує паливно-енергетичний комплекс. У ньому основна роль належить видобувній промисловості. У видобувній галузі переважають вугільні підприємства.

Промисловість регіону представлена також підприємствами машинобудування, хімічної, нафтохімічної, харчової, деревообробної, текстильної промисловості і промисловості будівельних матеріалів.

Частка продукції, виробленої підприємствами обробної промисловості, у загальному обсязі складає 75,5 відсотка.

### **Сільське господарство**

Сільськогосподарське виробництво Луганської області зосереджено в 19 адміністративно-територіальних одиницях. Основним напрямком спеціалізації аграрного сектора економіки є вирощування зернових і масляних культур, м'ясо-молочне тваринництво.

### **Рекреаційні можливості**

Луганщина має значний потенціал для розвитку туристичної індустрії: вигідне географічне положення, сприятливі природні і кліматичні умови, історико-культурні пам'ятки, традиції і щедру гостинність жителів.

В області чимало заповідних місць і пам'ятників природи. Під охороною знаходяться 58 видів рослин, 29 з них внесені в "Червону книгу України".

Існують "зелені" маршрути: у Стрельцовський і Провальський степ, урочище Юницького, Конгресів яр.

"Провальський степ", розташований неподалік від м. Свердловська - це єдиний на Донецькій височині унікальний комплекс багатих різнотрав'ям степів у чергуванні з кам'янистими і чагарниковими степами, байрачними дібровами, ділянками лугов. Тут збереглося 729 видів вищих рослин, у т.ч. понад 110 реліктових і ендемічних. Тут водяться заєць-русак, ховрах, лисиця, ласка, енотовидная собака, безліч різних птахів, серед яких дрохва і степовий орел.

"Стрельцовський степ" розташований поблизу смт. Крейдове , відноситься до південного виду степів і має на своїй 522,7-гектарній площі 556 видів рослин. Створений з метою охорони і відтворення популяції байбака степового .

"Станично-Луганський філія" складається із семи заплавних озер-стариц Сіверського Дінця, являє собою террасово-низинну діброву з укрощеннями сосни звичайної , котрі чергуються з заростями вільшняка і верболозів.

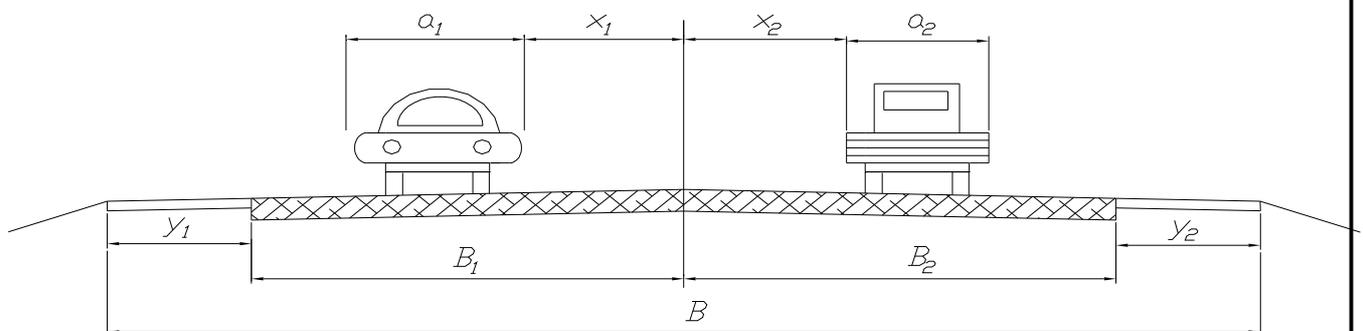
Загальна площа земель рекреаційного призначення складає 1539,7 га. У регіоні на основі місцевих мінеральних вод функціонують Луганська фізіотерапевтична поліклініка, Новопокровський санаторій "Перлина", водолікарня і санаторій "Сосновий " у Старобельському районі, цілий ряд профілакторіїв у Кременському, Попаснянському, Станично-Луганському і Славянському району. Запас цілющих вод практично необмежений, що дозволяє розширювати мережу оздоровчих установ.

### 1.3. Визначення категорії дороги та обґрунтування основних норм її проектування

#### 1.3.1. Визначення категорії дороги.

Автомобільні дороги в залежності від інтенсивності руху діляться на п'ять категорій ((5) табл. 1). Звичайно перспективну інтенсивність руху або вантажо-напруження дороги визначається за матеріалами економічного вишукування. За розрахункову приймають середньорічну добову інтенсивність руху за останній рік перспективного періоду, який приймається для проектування плану, повздовжнього і поперечного профілів рівним 20 років. Тоді по табл. 1.1. (5) визначають категорію. В даному проекті перспективна інтенсивність руху автомобілів 4740 авт./добу. Тому категорія дороги буде II. Для даної категорії основні нормативи розрахункові у ДБН В.2.3-4-2015.

#### 1.3.2. Визначення ширини проїзної частини



На прямих ділянках ширина смуги руху визначається за формулою

$$B_1 = \frac{(a_1 + c_1)}{2} + X_1 + Y_1$$

де  $a_1, c_1$  – ширина відповідно кузова автомобіля і сліду (колії) автомобіля, м;  $X_1, Y_1$  – відстань від кузова автомобіля до осі проїзної частини (до суміжної смуги руху) і від зовнішньої грані сліду колеса до кромки проїзної частини, м.

Величини  $X_1$  і  $Y_1$  на основі експериментальних досліджень приймають:  $X_1 = Y_1 = 0,5 + 0,005v$ , де  $v$  – розрахункова швидкість руху автомобіля, км/год. Підставляючи значення  $X_1$  і  $Y_1$  формула приймає вид:

$$B_1 = \frac{(a_1 + c_1)}{2} + 1 + 0.01v$$

Значення  $a$  і  $c$  для різних марок автомобілів приймається згідно технічної літератури.

Для “ВАЗ – 2101”

$$B_1 = (1.35 + 1.61) / 2 + 1 + 0.01 \cdot 38.9 = 2.86 \text{ м}$$

( $V=140$  км/год).

Для “КрАЗ – 256”

$$B_2 = (1.95 + 2.64) / 2 + 1 + 0,01 \cdot 19 = 3.48 \text{ м}$$

( $V=68$  км/год).

Приймаємо згідно ДБН В.2.3-4-2015 ширину смуги для 2-ї категорії  $B1=B2=3,75$  м., ураховуючи укріплення на узбіччі у кромки проїзної частини смуг шириною по 0,75 м.

**1.3.3. Визначення розширення смуг руху проїзної частини на кривій ділянці дороги.**

При повороті автомобіля кожне його колесо рухається по самостійній траєкторії, внаслідок чого ширина смуги проїзної частини, що займає автомобіль, збільшується.

Щоб умови руху на кривій в плані були аналогічні умовам руху на прямій ділянці, проїзну смугу потрібно розширювати.

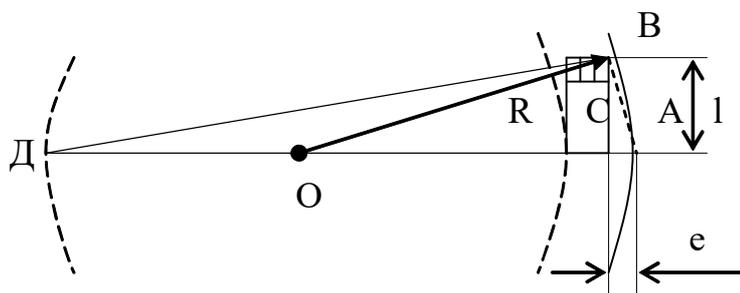


Рис.2 Схема для визначення розширення проїзної частини на горизонтальних кривих малих радіусів.

Із подібності трикутників ABC і BCD знаходимо:  $\frac{AC}{BC} = \frac{BC}{CD}$ , або

$AC(2R-AC) = l_a^2$ . Нехтуючи в дужках величиною  $AC$ , малого в порівнянні з  $2R$ , одержимо, що потрібне розширення однієї смуги руху дорівнює:

$$e = AC = \frac{l_a^2}{2R} + \frac{0.05R}{\sqrt{R}}$$

При врахуванні впливу швидкості руху  $v$  (км/годину):

$$e = \frac{l_a^2}{2R} + \frac{0.05v}{\sqrt{R}}$$

Для “ВАЗ– 2101” при  $l_a=4,043$  м,  $R=2000$  м

$$e = \frac{4.043^2}{2 \cdot 2000} + \frac{0.05 \cdot 140}{\sqrt{2000}} = 0.15 \text{ м} \quad 2e=0,30\text{м}$$

Для “КрАЗ – 256Б1 ” при  $l_a=8,1$  м,  $R=2000$  м

$$e = \frac{8,1^2}{2 \cdot 2000} + \frac{0.05 \cdot 68}{\sqrt{2000}} = 0.09 \text{ м} \quad 2e=0,18\text{м}$$

Приймаємо згідно ДБН В.2.3-4-2015 розширення двох смуг руху  $2e=0,3$  м.

#### 1.3.4. Розрахунок мінімального радіусу.

Розрахуємо мінімальний радіус для “ВАЗ– 2101”.

При розрахунку враховуємо коефіцієнт поперечної сили  $\mu=0,15$  і поперечний уклон  $i=0,02=20\%$ . Також використовуємо максимальну швидкість  $V_{max}=140\text{км/год}$ .

Мінімальний радіус підраховується за формулою:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127 \cdot (\mu \pm i)}$$

$$R_{min} = 19600 / 127 \cdot (0,15 - 0,02) = 1187\text{м}$$

$$R_{min} = 19600 / 127 \cdot (0,15 + 0,02) = 908\text{м}$$

Аналогічний розрахунок проводимо для “КрАЗ – 256Б1”:

$$R_{min} = 4624 / 127 \cdot (0,15 - 0,02) = 280\text{м}$$

$$R_{min} = 4624 / 127 \cdot (0,15 + 0,02) = 215\text{м}$$

### 1.3.5. Розрахунок радіуса на віражах.

Умови стійкості автомобіля на кривій під дією відцентрової сили на зовнішній смузї проїзної частини при двосхилому профілю несприятливі, оскільки складова сила ваги спрямована у зовнішній бік кривої. Тому для забезпечення стійкості автомобіля при русі по кривій малого радіуса влаштовують віражі.

Радіус на віражах розраховується за формулою:

$$R = \frac{v^2}{127(\mu_n + i_n)}$$

Для розрахунку визначаємо параметри для кожного з автомобіля:

$\mu_n$ - коефіцієнт, який залежить від щеплення коліс з дорогою (асфальтом);

$i_n$  - поперечний уклон – 20‰

У формулу спочатку підставляємо максимальну швидкість автомобіля, а потім – розрахункову швидкість, яка залежить від категорії дороги  $V=120\text{км/год}$ .

$V_{\max}$  для “ВАЗ –2101” – 140 км/год, а для “КрАЗ – 256Б1” – 68км/год.

Отже  $y_n=0,13$

“ВАЗ –2101”:

1.  $R=140^2/127 \cdot (0,13-0,02)=1403\text{м}$ ;  $R=140^2/127 \cdot (0,13+0,02)=1029\text{м}$

2.  $R=120^2/127 \cdot (0,13-0,02)=1031\text{м}$ ;  $R=120^2/127 \cdot (0,13+0,02)=756\text{м}$

“КрАЗ – 256Б1”:

1.  $R=68^2/127 \cdot (0,13-0,02)=330\text{м}$ ;  $R=68^2/127 \cdot (0,13+0,02)=242\text{м}$

2.  $R=120^2/127 \cdot (0,13-0,02)=1031\text{м}$ ;  $R=120^2/127 \cdot (0,13+0,02)=756\text{м}$ .

### 1.3.6. Розрахунок мінімального радіусу вертикальних кривих.

Знайдемо спочатку радіус опуклих кривих:

$$R_{оп} = \frac{S^2}{2d}$$

d – висота зору – 1,2 м;

S – відстань до перешкоди – 200 м;

$$R_{оп} = \frac{200^2}{2 \cdot 1.2} = 16667 \text{ м}$$

Знайдемо радіус увігнутої кривої:

$$R_{ув} = \frac{V^2}{13 \cdot a}$$

a – відцентрове прискорення; приймаємо 0,3, згідно категорії дороги.

$$R_{ув} = \frac{120^2}{13 \cdot 0.3} = 3692 \text{ м (} V=120\text{км/год)}$$

### 1.3.7. Розрахунок радіуса увігнутої кривої для забезпечення видимості.

Розрахункова формула:

$$R_{ув} = \frac{S^2}{2 \left( h_{\phi} + S \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_{\phi}}{2} \right)}$$

$\alpha_{\phi}$  – кут освітлення фари – 2 град.

$h_{\text{ф}}$  – висота фари – 0,7м

$S = 200\text{м}$

$$R_{\text{вБ}} = \frac{200^2}{2(0,7 + 200 \cdot 0,0175)} = 4762 \text{ м}$$

### 1.3.8. Розрахунок відстані видимості.

Для зупинки автомобіля:

$$S = \left( V \cdot \frac{t}{3.6} \right) + \left( \frac{k \cdot V^2}{254 \cdot (y \pm i)} \right) + l_0$$

$t$  – час реакції водія – 1с

$k$  – коефіцієнт використання гальм, при експлуатації – 1,4

$y$  – коефіцієнт повздовжнього щеплення при гальмуванні – 0,5

$i$  – повздовжній ухил дороги – 0,04

$l_0$  – безпечна віддаль до перешкоди – 10м

$$S = \left( 120 \cdot \frac{1}{3.6} \right) + \left( \frac{1.4 \cdot 120^2}{254 \cdot (0.5 + 0.04)} \right) + 10 = 140 \text{ м}$$

$$S = \left( 120 \cdot \frac{1}{3.6} \right) + \left( \frac{1.4 \cdot 120^2}{254 \cdot (0.5 - 0.04)} \right) + 10 = 155 \text{ м}$$

Для зупинки зустрічного автомобіля:

$$S = \left( 2V \cdot \frac{t}{3.6} \right) + \left( \frac{2 \cdot k \cdot V^2}{254 \cdot (y \pm i)} \right) + l_0$$

$$S = \left( 2 \cdot 120 \cdot \frac{1}{3.6} \right) + \left( \frac{2 \cdot 1.4 \cdot 120^2}{254 \cdot (0.5 + 0.04)} \right) + 10 = 270 \text{ м}$$

$$S = \left( 2 \cdot 120 \cdot \frac{1}{3.6} \right) + \left( \frac{2 \cdot 1.4 \cdot 120^2}{254 \cdot (0.5 - 0.04)} \right) + 10 = 305 \text{ м}$$

### 1.3.9. Розрахунок відгону віражу.

Відгон віражу розраховується за формулою:

$$L = \frac{B \cdot i_b}{i_l}$$

$L$  – відгон віражу

$B$  – ширина віражу – 7м

$i_b$  – уклон віражу – 50%

$i_l$  – додатковий повздовжній уклон відгону віражу – 10%

$$L = \frac{7 \cdot 0.05}{0.01} = 35 \text{ м}$$

Таблиця 1

Основні технічні норми на проектування автомобільної дороги 2-ї категорії з нормативною швидкістю 100 км/год

Показники	Розрахункові		Згідно ДБН В.2.3- 4-2015	Прийняті в проекті
	КрАЗ – 256Б1	ВАЗ – 2101		
1. Число смуг руху, шт	2	2	2	2
2. Ширина узбіччя, м	3,75	3,75	3,75	3,75
3. Ширина проїзної частини, м	6,46	7,5	7,5	7,5
4. Ширина земляного полотна, м	15	15	15	15
5. Розширення двох смуг руху 2e, м	0,3	0,18	0.3	0.3
7.Мінімальний радіус	296	623	1000	1000
8.Мінімальний радіус вертикальних кривих	R <sub>он</sub> =16667м R <sub>ув</sub> =1923м		15000	15000
9.Відстань видимості	S=147м S''=295м		S=200м S''=450м	S=200м S''=450м

## **1.4. Будівельні рішення**

### **1.4.1. Проектування на топографічній карті двох варіантів плану траси та їх порівняння**

#### Основні вимоги до вибору напрямку траси:

1. Трасу між опорними заданими пунктами (початок, кінець, проміжні точки) слід прокласти по короткій відстані – ближче до повітряної лінії.
2. Вихід з початкового пункту і вхід в кінцевий повинні улаштуватися так, щоб заокруглення починалося за межами населеного пункту.
3. у межах перелому траси описуються криві радіусом від 2000 м. і більше. Якщо із-за місцевих умов вписати криві указанного радіуси неможливо, його можна приймати й меншим, але не менше мінімального нормативного.
4. При прокладенні дороги в плані природні та штучні перепони, які виникають під час прокладення траси на місцевості спонукають відхиляти трасу від повітряної лінії, збільшувати довжину дороги (контурні – озера, болота, то що перетинають у вузькому місці; лінійні – залізниці, канали, ріки, трубопроводи тощо перетинають під прямим кутом або з невеликим відхиленням від нього – до 30 %; висотні – гори, горби, яри – при прокладанні магістральних доріг 1 – 3-ї категорій менш відхиляються від повітряної лінії ніж місцеві дороги 4 –5-ї категорій).
5. Трасування дороги слід проводити в обхід населених пунктів (кільцеві дороги) за винятком доріг 4 –5-ї категорій (місцевих доріг)
6. Слід врахувати і снігозанесення (зимову розу вітрів); вимоги захисту довкілля; покращення ландшафту (краєвиду).

#### **Обґрунтування вибору напрямів прокладення варіантів траси.**

Враховуючи основні вимоги до прокладання дороги в плані на та по карті через дві опорні точки А–Б прокладаємо два варіанти траси. Перший наносимо

на карті червоним кольором, товщиною 0,5 мм, який після порівняння варіантів, прийнято за основний, а другий - наносимо синім кольором.

**Варіант I.** Траса виходить з пункту А ("0" км та ПК0+0,00). Довжина повітряної лінії між опорними пунктами А і Б становить 3,2 км. З метою мінімального відхилення від повітряної лінії та огинанні місцевих перешкод у вигляді боліт, запроектовано поворот траси на ПК 8+20 з кутом повороту  $62^\circ$  ліворуч радіусом 1000 м. Для наближення до повітряної лінії здійснено поворот на ПК 19+80,30 з кутом повороту  $24,5^\circ$  праворуч радіусом 2000 м. Траса перетинає дорогу з твердим покриттям на ПК11+00, тричі полеві дороги на ПК 5+80, 17+75, 27+80. Кінець траси на ПК 33+87,12.

**Варіант II.** Траса виходить з пункту А ("0" км та ПК0+0,00). Довжина повітряної лінії між опорними пунктами А і Б становить 3,2 м. траса має два повороту праворуч. Перший поворот праворуч на пікеті ПК 14+00 з кутом повороту  $59,5^\circ$  та радіусом 2000 м. Оминаючи заболочену місцевість другий поворот траси запроектовано на пікеті ПК 31+20,75 з кутом повороту  $54,5^\circ$  радіусом 1200 м. Траса також перетинає дорогу з твердим покриттям на ПК 6+00, тричі ґрунтову дорогу ПК 22+00, 25+00, 29+10 та тричі польові дороги ПК 0+90, 9+50, 17+60. Кінець траси на ПК 38+65,45.

### Техніко-експлуатаційні показники варіантів траси

№ №	Показники	Варіанти		Переваги «+» Недоліки «-»	
		I	II	I	II
1	2	3	4	5	6
1	Довжина траси L, м	3387,12	3865,45	+	-
2	Коефіцієнт подовження траси $k_{\Pi}$	1,058	1,208	+	-
3	Кількість кутів повороту n, шт.	2	2	=	=
4	Загальна сума кутів повороту $\sum\alpha$	86,5	114	+	-
5	Середнє значення кута повороту $\sum\alpha/n$	43,25	57	+	-
6	Середнє значення радіуса горизонтальних кривих, м $R_{cp}=57,3^{\circ}*\sum K/\sum\alpha$	1652	1196	+	-
7	Кількість водоперепускних споруд, шт.:				
	мостів великих				
	мостів малих	1	-	-	+
	труб	4	5	+	-
8	Довжина ділянок траси, прокладених через, м:				
	ліс	-	-		
	болото	20	-	-	+
	луки	-	380	+	-
	чагарник	400	260	-	+
	сільськогосподарські угіддя населені пункти				

Завершення таблиці

1	2	3	4	5	6
9	Кількість перетинань з дорогами, шт.:				
	автомобільною з твердим покриттям	1	1	=	=
	автомобільною з ґрунтовим покриттям	3	6	+	-
	залізницею	-	-		
10	Максимальний поздовжній ухил, ‰	62	50	-	+
11	Довжина ділянок траси, з максимальним поздовжнім ухилом у відсотка до всієї довжини траси, ‰	1,2	2,6	+	-
12	Мінімальний радіус кривої у плані, м	1000	1200	-	+
	Разом плюсів			9	5

При порівнянні перевагу надаємо I-му варіанту (переваг на 1 показник більше).

## 1.4.2 Поздовжній профіль

При проектуванні вихідними даними для накреслення повздовжнього профілю є:

- план траси на по карті з прямими і кривими ділянками дороги;
- позначки поверхні землі на пікетах і плюсових (характерних) точок, які визначають по горизонталям інтерполяцією. На повздовжній профіль наносять: лінію поверхні землі по осі дороги;
- проектну лінію – лінію кромek земляного полотна, її ухили та висотні позначки;
- розріз ґрунту по осі дороги з зазначенням місць закладення шурфів і свердловин, характеру і товщини ґрунтових нашарувань, рівні ґрунтових вод, тип місцевості за зволоженням тощо.

Повздовжній профіль оформляється згідно ГОСТ 21.511-83 у різних масштабах по міліметрівці.

### Принципи нанесення проектної лінії.

Проектуючи повздовжній профіль, потрібно дотримуватися таких основних вимог при нанесенні на нього проектної лінії.

1. Проектну лінію узгоджують з позначками настральних точок (позначки початку, кінця траси, мінімальними позначками бровки земляного полотна біля мостів, труб).
2. Ухили проектної лінії не повинні перевищувати нормативного повздовжнього ухилу; у виїмці проектна лінія повинна мати ухил не менше 0,5‰ і бути без перекатів зі спуску на підйом, для того, щоб забезпечувалось раціональне відведення поверхневих вод.
3. У рівнинній місцевості проектну лінію прокладають у невеликих масштабах (0,6 – 1,2), а у горбистій, пересіченій, гірській місцевості зберігається баланс земляних робіт.

4. При алгебраїчній різниці ухилів суміжних прямих лініях як 5‰ для доріг 2-ї категорії.
5. Вертикальні криві вписують радіусами не менше 15000 м для випуклих і 5000 м для опуклих кривих для II категорії дороги. Вертикальні криві вписуються графоаналітичним методом, користуючись шаблонами.

Порядок нанесення проектної лінії.

1. При всіх вимогах графічно викреслюється проектна лінія.
2. Розраховують проектні ухили:
  - а)  $i = h/L$ , якщо ухил не ціле число, то його округляють.
  - б) Перерахування проектних позначок по округленому значенню ухилу:

$$\text{НПК-1} = \text{НПК-n} - Li$$

3. Проектні позначки пікетних і плюсових точок :

$$\text{НПК-1} = \text{НПК-0} - L_1 i_1;$$

$$\text{НПК-2} = \text{НПК-0} - L_2 i_1; \text{ і т.д.}$$

4. Визначення робочих позначок цих точок.

Для насипів:  $h_{\text{роб}} = H_{\text{пр}} - H_{\text{зем}}$ ; для виїмок:  $h_{\text{роб}} = H_{\text{зем}} - H_{\text{пр}}$

6. Визначення відміток точок переходу від виїмки до насипу – точки нульових робіт.

$$X_{\text{лів}} = \frac{h_{\text{лів}}}{(h_{\text{лів}} + h_{\text{прав}})} \cdot l; \quad X_{\text{прав}} = \frac{h_{\text{прав}}}{(h_{\text{лів}} + h_{\text{прав}})} \cdot l;$$

Автомобільна дорога, що проектується, належить до II категорії. Згідно з додатком Г значення радіуса вертикальних кривих повинні бути не менше ніж: для опуклої 9000 м, у прийнятому варіанті – 15000 м, для увігнутої – 2100 м, у прийнятому варіанті – 5000 м. Поздовжній ухил не більше 60 ‰ прийнято – 30 ‰. При алгебраїчній різниці уклонів суміжних прямих менше ніж 5 ‰ для II категорії у зламі проектної лінії криві не вписують.

При виконанні креслень на поздовжньому профілі користуються різними масштабами: по горизонталі М 1:5000, по вертикалі М 1:500, ґрунтів по вертикалі М 1:50.

У даному проекті початкова точка траси на ПК 0+00,  $h=193,50$ .

Ділянки поздовжнього профілю прямі і криві:

від ПК 0+00 до ПК 5+76 –  $i=28\text{ ‰}$ ;  $L = 576$  м;  $H=177,40$  м;

від ПК 5+76 до ПК 8+00 –  $R = 8$  т;  $i=28-0\text{ ‰}$ ;  $K=224$  м;  $H=174,26$  м;

від ПК 8+00 до ПК 10+00 –  $R = 20$  т;  $i=0-15\text{ ‰}$ ;  $K = 300$  м;  $H=176,51$  м;

від ПК 10+00 до ПК 14+00 –  $R = 20$  т;  $i=15-0\text{ ‰}$ ;  $K=300$  м;  $H=178,76$  м;

від ПК 14+00 до ПК 14+40 –  $R = 20$  т;  $i=0-2\text{ ‰}$ ;  $K=40$  м;  $H=178,70$  м;

від ПК 14+40 до ПК 19+00 –  $i=2\text{ ‰}$ ;  $L= 460$  м;  $H=177,20$  м;

від ПК 19+00 до ПК 21+70 –  $R = 15$  т;  $i=2-30\text{ ‰}$ ;  $K = 270$  м;  $H=174,80$  м;

від ПК 21+70 до ПК 22+70 –  $R = 5$  т;  $i=30-0\text{ ‰}$ ;  $K = 100$  м;  $H=173,80$  м;

від ПК 22+70 до ПК 23+27 –  $R = 5$  т;  $i=0-11\text{ ‰}$ ;  $K=57$  м;  $H=174,16$  м;

від ПК 23+27 до ПК 24+70 –  $R = 15$  т;  $i=11-0\text{ ‰}$ ;  $K = 146$  м;  $H=174,80$  м;

від ПК 24+70 до ПК 27+25 –  $R = 15$  т;  $i=0-17\text{ ‰}$ ;  $K=252$  м;  $H=172,63$  м;

від ПК 27+25 до ПК 28+95 –  $R = 10$  т;  $i=17-0\text{ ‰}$ ;  $K = 170$  м;  $H=171,19$  м;

від ПК 28+95 до ПК 29+65 –  $R = 10$  т;  $i=0-7\text{ ‰}$ ;  $K=70$  м;  $H=171,44$  м;

від ПК 29+65 до ПК 30+70 –  $R = 15$  т;  $i=7-0\text{ ‰}$ ;  $K = 105$  м;  $H=171,81$  м;

від ПК 30+70 до ПК 33+87 –  $R = 15$  т;  $i=0-21\text{ ‰}$ ;  $K=317$  м;  $H=168,46$  м.

### **Проектування водовідводу.**

Кювети відносяться до повздовжнього водовідводу. Вони влаштовуються на таких ділянках повздовжнього профілю:

1. У виїмках;
2. При висоті насипу до 0,8 м;
3. При виході з виїмки в насип: 2 варіанти:

а) якщо місцевість має ухил менше 30%, то біля найближчого пікету або плюсової точки з робочою позначкою 0,8 м і більше кювет закінчують і воду з нього випускають на поверхню землі убік від ;

б) якщо місцевість має ухил 30% і більше, то не дивлячись на висоту насипу, влаштування кювету продовжуємо до ухилу менше 30% або до ближчої водовідвідної споруди, не зважаючи на те, що висота насипу значно більше, ніж 0,8 м.

Також передбачається укріплення мостів; при ухилі кювету 10 –30% роблять обдернування; 30 – 50% - бетонні плити; більше 50% – влаштовують перепад.

Поздовжній водовідвід здійснюється за допомогою кюветів:

Від ПК 0+00 позначка 192,50 до ПК 1+00 позначка 190,00 ухил 25 %.

Від ПК 1+00 позначка 190,00 до ПК 7+00 позначка 172,00 ухил 30 %.

Від ПК 12+00 позначка 177,00 до ПК 11+00 позначка 176,00 ухил 10 %.

Від ПК 11+00 позначка 176,00 до ПК 10+00 позначка 173,80 ухил 22 %.

Від ПК 12+00 позначка 177,00 до ПК 13+00 позначка 176,00 ухил 10 %.

Від ПК 14+50 позначка 178,00 до ПК 13+75 позначка 177,80 ухил 5 %.

Від ПК 14+50 позначка 178,00 до ПК 15+80 позначка 176,80 ухил 10 %.

Від ПК 19+00 позначка 177,50 до ПК 16+00 позначка 176,00 ухил 5 %.

Від ПК 19+00 позначка 177,50 до ПК 20+00 позначка 176,50 ухил 10 %.

Від ПК 20+00 позначка 176,50 до ПК 22+00 позначка 173,50 ухил 15 %.

Від ПК 23+00 позначка 173,50 до ПК 24+00 позначка 172,50 ухил 10 %.

Від ПК 26+00 позначка 173,50 до ПК 24+80 позначка 172,90 ухил 5 %.

Від ПК 26+00 позначка 173,50 до ПК 28+00 позначка 169,90 ухил 18 %.

Від ПК 31+00 позначка 171,30 до ПК 29+00 позначка 169,90 ухил 7 %.

Від ПК 31+00 позначка 171,30 до ПК 33+00 позначка 169,50 ухил 9 %.

### 1.4.3. Поперечний профіль

Всі типові поперечні профілі земляного полотна об'єднані в 9 груп. Ці конструкції розроблено як єдине ціле разом з дорожнім одягом, яке показується схематично. На всіх поперечних профілях подвійною лінією показано укріплення відкосів земляного полотна, роздільної смуги та узбіччя.

Ухил основи дренажного шару залежить від коефіцієнта фільтрації піску: при коефіцієнті 1 м/добу ухил дорівнює 4‰, при м/добу – 3‰, при 3 м/добу – 2‰.

На дорогах III категорії при повздовжніх ухилах насипів і виїмок більше 30‰, а також на насипах більше 4 м передбачається повздовжні і поперечні водозбірні лотки. При влаштуванні земляного полотна віддаль від підшви насипу і брівки кюветів або виїмок до межі смуги водовідводу повинно бути не менше 1 м глибини лотків, кюветів, водовідвідних каналів визначають гідравлічним розрахунком. Звичайно глибину приймають 0,3 – 0,8 м, ширину по дну – 0,4 м. Типові поперечні профілі розробляють для доріг II категорій як із суцільних дренажів, так і з повздовжнім трубчатим дренажем.

Ширина основних елементів для доріг II категорії:

- земляного полотна  $B = 15,0$  м.
- узбіччя  $2e = 0,3$  м.
- проїзної частини в 7.5 м
- смуги укріплення на узбіччі  $c = 0,5$  м.
- поперечний ухил проїзної частини для автомобільних покриттів 25‰, брівки 40‰.

#### 1.4.4. Підрахунок об'ємів земляних робіт

Об'єм земляних робіт підраховується згідно робочих відміток, взятих із повздовжнього профілю.

$$Q = \left( \frac{F_1 + F_2}{2} - \frac{m(H_1 - H_2)^2}{6} \right) \cdot L$$

№ п/п	Номер пікета	F <sub>1</sub> , м <sup>2</sup>	F <sub>2</sub> , м <sup>2</sup>	H <sub>1</sub> , м	H <sub>2</sub> , м	L, м	Q <sub>н</sub> , м <sup>3</sup>	Q <sub>в</sub> , м <sup>3</sup>
1	0	14,75	30,02	171,00	172,00	100	2213,64	
2	1	30,02	83,93	169,80	171,67	100	5610,06	
3	2	83,93	90,00	166,40	170,67	100	8240,52	
4	3	90,00	81,34	164,50	169,00	100	8060,54	
5	4	81,34	108,60	162,50	166,67	100	9061,86	
6	5	108,60	161,82	158,50	163,67	100	12852,71	
7	5	161,82	130,70	154,50	161,37	100	13446,20	
8	6	130,70	45,22	155,10	161,01	100	7922,92	
9	7	45,22	0,00	158,12	160,75	100	2088,22	

## 1.4.5 Дорожній одяг

### Вихідні дані:

- 1). Розрахункова перспективна інтенсивність руху 3140 авт./добу,
- 2). Середній склад транспортного потоку за типом автомобілів %:

легкові –	29
ГАЗ 53А –	45
ЗІЛ 130 –	10
МАЗ 503А –	2
КрАЗ 256 Б1 –	1
КамАЗ 5320 –	10
Ікарус 280 –;	3
- 3). Розрахунковий автомобіль (по групам) – А;
- 4). Глибина залягання ґрунтових вод – 4,4 м;
- 5). Вид ґрунту земляного полотна – супісок;
- 6). Місцеві будівельні матеріали: пісок, цемент, щебінь, бітум;
- 7). Тип місцевості за умовами зволоження – І;
- 8). Дорожньо-кліматична зона – У-III
- 9). Потрібний рівень надійності і міцності – 0,95.

### **Розрахунок інтенсивності руху**

Визначають перспективну еквівалентну інтенсивність на одну смугу за добу за формулою

$$N_{розр} = f_{см} \sum_{m=1}^n N_m S_{тсум} ,$$

де  $f_{см}$  – коефіцієнт, що враховує кількість смуг руху та розподіл на них руху, при двох смугах руху  $f_{см}=0,55$ ;

$n$  – загальна кількість транспортних засобів різних марок у складі транспортного потоку;

$N_m$  – кількість проїздів транспортних засобів  $m$ -ї марки за добу в обох напрямках;

$S_m$  – сумарний коефіцієнт зведення навантаження на дорожній одяг транспортними засобами  $m$ -ї марки до розрахункового навантаження для 100 кН.

Значення  $S_m$ :

Марка машини	КамАЗ-5320	МАЗ-503А	ЗІЛ-130	ГАЗ-53А	КрАЗ-256Б1	Вольво F89-32	ЛАЗ-699Н	Ікарус-250	Ікарус-280
%	10	2	10	45	1	-	-	3	-
$S_m$	0,27	1,06	0,2	0,08	3,48	-	-	0,91	-

$$N_{розр} = 0,55 \times 3140 \times (0,08 \times 0,45 + 1,06 \times 0,02 + 3,48 \times 0,01 + 0,27 \times 0,1 + 0,91 \times 0,03 + 0,2 \times 0,1) = 1727 \times (0,036 + 0,0212 + 0,0348 + 0,027 + 0,0273 + 0,02) = 287 \text{ авт/добу}$$

### Розрахунок потрібного модуля пружності

За номограмою знаходимо потрібний модуль пружності  $E_{потр}$  при інтенсивності руху  $N_{розр} = 287$  авт/добу.

Необхідний модуль пружності для дороги 2-ї категорії з капітальним дорожнім одягом визначається за номограмою [5, с. 232]:

$$E_{потр} = 258 \times 0,95 = 245 \text{ МПа}$$

## Конструкція дорожнього одягу.

### I Варіант

**Шар покриття**  $h = 4$  см складається з дрібнозернистого асфальтобетону, динамічний модуль пружності –  $E_1=3200$  МПа,  $h=6$  см із грубозернистого асфальтобетону, динамічний модуль пружності –  $E_2=2400$  МПа,  $h=6$  см.

**Шар основи**  $h = 8$  см і складається із щебню методом просочення з модулем пружності  $E_3=500$  МПа,  $h = 16$  см і складається із щебню методом заклинки з модулем пружності  $E_3=300$  МПа,  $h=?$  см, ґрунта укріпленого цементом, з модулем пружності  $E_5=100$  МПа.

**Ґрунт земляного полотна** – пісок з модулем пружності

$$E_{гр} = 60 \text{ МПа}$$

$$1). \quad \frac{E_{заг}}{E_1} = \frac{245}{3200} = 0,0765 \quad \frac{E_2}{E_1} = 0,059$$

$$\frac{h_1}{D_p} = \frac{4}{37} = 0,108 \quad E_{заг} = 0,059 \cdot 3200 = 188,8 \text{ МПа}$$

$$2). \quad \frac{E_{заг}}{E_2} = \frac{188,8}{2400} = 0,0787 \quad \frac{E_3}{E_2} = 0,057$$

$$\frac{h_2}{D_p} = \frac{6}{37} = 0,162 \quad E_{заг} = 0,057 \cdot 2400 = 136,8 \text{ МПа}$$

$$3). \quad \frac{E_{заг}}{E_3} = \frac{136,8}{500} = 0,276 \quad \frac{E_4}{E_3} = 0,227$$

$$\frac{h_3}{D_p} = \frac{8}{37} = 0,216 \quad E_{заг} = 0,227 \cdot 500 = 113,5 \text{ МПа}$$

$$4). \quad \frac{E_{заг}}{E_3} = \frac{113,5}{300} = 0,378$$

$$\frac{E_4}{E_3} = 0,245$$

$$\frac{h_3}{D_p} = \frac{16}{37} = 0,432$$

$$E_{заг} = 0,245 \cdot 300 = 73,5 \text{ МПа}$$

$$5). \quad \frac{E_{заг}}{E_4} = \frac{73,5}{100} = 0,735$$

$$\frac{h_4}{D_p} = 0,57 \Rightarrow h_4 = 0,57 \cdot 37 = 21,9 \text{ см}$$

$$\frac{E_{сп}}{E_4} = \frac{60}{100} = 0,6$$

Але мінімальна товщина додаткового шару основи становить для 2-ї дорожньо-кліматичної зони становить 15 см, тому приймаємо 22 см.

Висновок: загальна товщина конструкції  $h=4+6+8+16+22=56$  см.

## **II Варіант**

**Шар покриття**  $h = 4$  см складається з дрібнозернистого асфальтобетону, динамічний модуль пружності –  $E_1=3200$  МПа,  $h=6$  см із грубозернистого асфальтобетону, динамічний модуль пружності –  $E_2=2400$  МПа,  $h=6$  см.

**Шар основи**  $h = 16$  см і складається з чорного щебеня з модулем пружності  $E_3=800$  МПа,  $h=?$  см і шлак з модулем пружності  $E_4=200$  МПа.

**Ґрунт земляного полотна** – пісок з модулем пружності

$$E_{грунт} = 60 \text{ МПа}$$

$$1). \quad \frac{E_{заг}}{E_1} = \frac{245}{3200} = 0,0765$$

$$\frac{E_2}{E_1} = 0,059$$

$$\frac{h_1}{D_p} = \frac{4}{37} = 0,108$$

$$E_{заг} = 0,059 \cdot 3200 = 188,8 \text{ МПа}$$

$$2). \quad \frac{E_{заг}}{E_2} = \frac{188,8}{2400} = 0,0787$$

$$\frac{E_3}{E_2} = 0,057$$

$$\frac{h_2}{D_p} = \frac{6}{37} = 0,162$$

$$E_{заг} = 0,057 \cdot 2400 = 136,8 \text{ МПа}$$

$$3). \quad \frac{E_{заг}}{E_3} = \frac{136,8}{800} = 0,171$$

$$\frac{E_4}{E_3} = 0,09$$

$$\frac{h_3}{D_p} = \frac{16}{37} = 0,432$$

$$E_{заг} = 0,09 \cdot 800 = 72 \text{ МПа}$$

$$4). \quad \frac{E_{заг}}{E_4} = \frac{72}{200} = 0,36$$

$$\frac{h_4}{D_p} = 0,272 \Rightarrow h_4 = 0,272 \cdot 37 = 10 \text{ см}$$

$$\frac{E_{сп}}{E_4} = \frac{60}{200} = 0,3$$

Висновок: загальна товщина конструкції  $h=4+6+16+10=36$  см.

## РОЗДІЛ 2. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

### 2.1. Загальні положення

У даному розділі роботи розробляються технічні рішення на проектування штучної споруди для автомобільної дороги другої категорії у Старобельському районі Луганської області.

Штучні споруди на автомобільних дорогах складають до 30% вартості будівництва дороги в цілому. Основними водопропускними спорудами на автодорогах є труби, які мають значну перевагу порівняно з малими мостами, зокрема: їх простіше влаштовувати, мають меншу вартість при пропусканні певної розрахункової витрати води; спорудження труби не порушує безперервності земляного полотна в насипі, поліпшує експлуатаційні якості дороги та безпеку руху по ній; експлуатаційні витрати на утримання труби значно менші, ніж на утримання мосту; труби можна влаштовувати при різних комбінаціях плану і профілю дороги.

Проектування труби виконуємо у такій послідовності: встановлюємо вихідні дані для визначення витрат води; визначаємо витрати від зливи і сніготанення, розрахункову витрату; підбираємо найбільш економічний отвір типової труби, визначаємо мінімальну висоту насипу біля труби, довжину труби при фактичній висоті насипу.

Гідравлічний розрахунок труби включає визначення: діаметра і типу зміцнення русла; висоти підпора води і висоти насипу над трубою; довжини труби.

## 2.2. Розрахунок максимальної витрати води

### 2.2.1. Максимальна витрата води від зливогого стоку, м<sup>3</sup>/с:

Максимальна витрата води від зливогого стоку:

$$Q_3 = 16,7 * a_{год} * K_t * F * a * y, \text{ м}^3/\text{с}$$

$a_{год}$  – середня інтенсивність зливи тривалістю 1 год, мм/хв (табл. Інтенсивність зливи тривалістю 1 год., при різних імовірностях перевищення повені. (5)), яка залежить від району та імовірності перевищення повені П, %.

П знаходимо по таблиці “Імовірність перевищення повені при гідравлічних розрахунках водопропускних споруд, згідно з (5. табл. 3.2)

Вказуємо координати труб (ПК+)

$K_t$  – коефіцієнт переходу від інтенсивності зливи тривалістю 1 год. до розрахункової інтенсивності (табл. в (5)) –

$F$  – площа водозбору, км<sup>2</sup>

$\alpha$  – коефіцієнт витрати стоку, який залежить від виду ґрунту на поверхні водозбору (по таблиці (5))

$y$  – коефіцієнт редукції, що враховує неповноту стоку (таблиця в (5))

№	ПК+	$I_y, \%$	$L_y, \text{км}$	$F, \text{км}^2$	$a_{год}$	$K_t,$	$\alpha$	$\varphi$	$Q_3, \text{м}^3/\text{с}$
1	7+00	26	0,75	0,8	0,82	3,242	0,5	0,59	10,48
2	23+60	29	1,0	0,8	0,82	2,785	0,5	0,59	9,00
3	28+70	37	0,75	0,4	0,82	3,429	0,5	0,71	6,67

### 2.2.2. Максимальна витрата води від сніготанення, м3/с:

$$Q_T = \frac{K_0 \cdot h_{розр} \cdot F}{(F + 1)^n} \delta_1 \delta_2$$

$K_0$  – коефіцієнт дружності повені і  $n$  – показник ступеня.

$K_0=0,02$ ,  $n=0,25$

$h_{розр}$  – розрахунковий шар сумарного стоку, мм ( $h_{розр}=h \cdot K_p$ )

$h = 40$  мм – середній багаторічний шар стоку води від сніготанення, мм ( $h=h \cdot 1,1$ )

$K_p$  – модульний коефіцієнт при гамма-параметричному законі розподілу (5), який

залежить від  $\Pi$ ,  $Cvh$  і  $Csh$ ;

$Cvh=0,7$  – коефіцієнт варіації шару стоку повені

$Csh$  – коефіцієнт асиметрії

$\delta_1, \delta_2$  – відповідно, коефіцієнт, що враховує зменшення витрат, при наявності на поверхні басейну озер більше 2% - 1, коефіцієнт, що враховує зменшення витрат при наявності на поверхні лісів та боліт (знаходимо по таблиці в (5)) – 1

№	ПК+	$I_y, \%$	$L_y, \text{км}$	$F, \text{км}^2$	$K_0,$	$n$	$K_p$	$h$	$Q_T, \text{м}^3/\text{с}$
1	7+00	26	0,8	0,8	0,02	0,25	3,7	44	2,24
2	23+60	29	1,0	0,8	0,02	0,25	3,7	44	2,24
3	28+70	37	0,75	0,4	0,02	0,25	3,7	44	1,2

### 2.3. Підбір отвору водопропускної труби

Обираємо круглу трубу з розтрубом з конічним вхідним кільцем.

Витрата води  $Q$ , м<sup>3</sup>/с

Глибина води перед трубою  $H$ , м.

Мінімальна висота насипу  $h_{\min} = d + c + v$ , м

$d$  - діаметр труби, м;

$c$  - товщина ланки, м;

$v$  - мінімальна товщина насипу, м.

№	ПК+	F, км <sup>2</sup>	$Q_{\text{розр.}}$ м <sup>3</sup> /с	$Q_{\text{min.}}$ м <sup>3</sup> /с	$Q_{\text{max.}}$ м <sup>3</sup> /с	Прийнято $Q$ , м <sup>3</sup> /с	Отвір	H, м	V, м <sup>2</sup> /с	$H_{\text{min.}}$ м
1	7+00	0,8	10,48	9,96	11,00	5×2	2×Ø2	1,55	3,3	2,66
2	23+60	0,8	9,00	8,55	9,45	4,7×2	2×Ø1,75	1,75	3,7	2,39

### Гідравлічний розрахунок малого мосту

Міст розташовано на ПК 28+70.

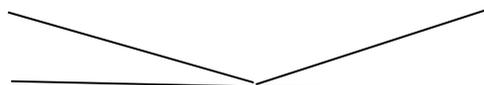
Для більш точного визначення отвору мосту спочатку визначають побутову глибину води потоку  $h_n$  послідовним підбиранням положення рівня висотної води (РВВ) при наявності таких вихідних даних:

розрахункової витрати води  $Q_{\text{розр.}} = Q_3 = 6,67 \text{ м}^3/\text{с}$ ;

уклону улоговини – русла біля мосту (на ділянці 200 м перед і 100 м за мостом  $i_c = 30 \text{ ‰}$ );

поперечний переріз русла .

Поперечний переріз улоговини – русла на ПК-28+70 для визначення  $h_n$



	ПК28+00	ПК28+70	ПК30+00
H	169,90	169,50	171,00
ℓ	70 м		130 м
i	6		4

Як попереднє наближення побутової глибини можна визначити за емпіричною формулою

$$h'_n = m \times \sqrt[3]{\frac{K}{I}},$$

де  $m$  – параметр, що враховує значення коефіцієнта шорсткості русла (за добрих умов у земляних руслах, частково зарослих, слабко покручених  $m=0,55$ , що доцільно взяти для нашого прикладу, при засмічених, сильно покручених і зарослих  $m=0,61$ );

$$K = \frac{Q_{розр}}{\sqrt{i_c}} \frac{6,67}{\sqrt{0,03}} = 38,55 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$K$  – модуль витрат (

$I$  – сума коефіцієнтів (закладання укосів схилів улоговини):

$$I = m_1 + m_2 = \frac{\ell_1}{H_1 - H_0} + \frac{\ell_2}{H_2 - H_0} = \frac{70}{0,4} + \frac{130}{0,5} = 435$$

Для розглядуваного прикладу

$$h'_n = 0,55 \times \sqrt[3]{\frac{38,55}{435}} = 0,24 \text{ м.}$$

За врахованою побутовою глибиною ( $h'_n=0,24$  м) визначають:

площу живого перерізу потоку ( $\omega' = I \times h_n'^2 / 2 = 435 \times 0,24^2 / 2 \approx 12,5 \text{ м}^2$ );

змочуваний периметр ( $\chi' = I \times h'_n = 435 \times 0,24 = 104,4$  м; при значній крутості укосів живого перерізу  $\chi' = h'_n (\sqrt{1 + ctg^2 \alpha} + \sqrt{1 + ctg^2 \beta})$ );

гідравлічний радіус ( $R' = \omega' / \chi' = 12,5 / 104,4 = 0,12$  м);

побутову швидкість води потоку ( $V_n = C \sqrt{R i_c} = W' \sqrt{i_c} = 5,1 \times \sqrt{0,03} = 0,88 \text{ м/с}$ , де  $C$  – коефіцієнт Шезі;  $W = C \sqrt{R}$  – швидкісна характеристика,  $\text{м/с}$ , яку визначають за табл. 2.12 залежно від гідравлічного радіуса  $R'$  і коефіцієнта шорсткості  $n$  (для розглядуваного прикладу  $n = 0,04$ , на основі чого  $W' = 5,1 \text{ м/с}$ );

витрати води ( $Q' = \omega V'_n = 12,5 \times 0,88 \approx 11,04 \text{ м}^3/\text{с}$ ).

Порівнюють одержану витрату води  $Q' = 11,04 \text{ м}^3/\text{с}$  з розрахунковою  $Q_{розр} = 6,67 \text{ м}^3/\text{с}$ , оскільки різниця становить більше ніж 5 %, беруть нове значення глибини потоку і розрахунок повторюють. Підбирати глибину закінчують, коли різниця між одержаною витратою і розрахунковою буде менше ніж 5 %.

При новому значенні  $h_n'' = 0,2 \text{ м}$  так само, як і при  $h_n' = 0,24 \text{ м}$ , визначають витрату води.

площу живого перерізу потоку ( $\omega' = I \times h_n'^2 / 2 = 435 \times 0,2^2 / 2 \approx 8,7 \text{ м}^2$ );

змочуваний периметр ( $\chi' = I \times h_n' = 435 \times 0,2 = 87 \text{ м}$ ; при значній крутості укосів живого перерізу  $\chi' = h_n' (\sqrt{1 + ctg^2 \alpha} + \sqrt{1 + ctg^2 \beta})$ );

гідравлічний радіус ( $R' = \omega' / \chi' = 8,7 / 87 = 0,1 \text{ м}$ );

побутову швидкість води потоку ( $V_n = C \sqrt{R i_c} = W' \sqrt{i_c} = 4,45 \times \sqrt{0,03} = 0,77 \text{ м/с}$ , де  $C$  – коефіцієнт Шезі;  $W = C \sqrt{R}$  – швидкісна характеристика,  $\text{м/с}$ , яку визначають за табл. 2.12 залежно від гідравлічного радіуса  $R'$  і коефіцієнта шорсткості  $n$ ;

витрати води ( $Q' = \omega V'_n = 8,7 \times 0,77 \approx 6,7 \text{ м}^3/\text{с}$ ).

Перевірка  $Q'' = 6,7 \text{ м}^3/\text{с}$ :  $Q'' - Q_{розр} = 6,7 - 6,67 = |-0,03| > 0,05 \times Q_{розр} = 0,33 \text{ м}^3/\text{с}$

Встановлення схеми протікання води під мостом. Для цього за табл. 2.10 вибирають допустиму швидкість течії води ( $V_{дон} = 3 \text{ м/с}$  при укріпленні русла біля мосту одиночним брукуванням з булижника розміром 150-200  $\text{мм}$  на щебені та глибині потоку під мостом до 1  $\text{м}$ ) і визначають критичну глибину:

$$h_{кр} = V_{дон}^2 / g = 3^2 / 9,81 = 0,92.$$

Оскільки  $h_n = 0,2 < 1,3 h_{кр} = 1,2 \text{ м}$ , то вода під мостом протікатиме за вільною схемою; мостовий отвір визначають за формулою:

$$B_m = 6,67 \times 9,81 / (0,2 \times 3^3) = 36,4 \text{ м},$$

а мінімальну висоту мосту – за формулою

$$H_m = 0,88H + \Delta + h_{\text{кон}},$$

де 0,88 – коефіцієнт, який враховує деяке пониження рівня при вході потоку під міст;

$H$  – глибина води перед мостом – напір (при вільній схемі протікання води  $H = 1,45 \times V^2_{\text{дон}} / g = 1,45 \times 3^2 / 9,81 = 1,3 \text{ м}$ ; при невідній  $H = h_n + 0,05 \times V^2_{\text{дон}} / \varphi^2$ , або  $H = h_n + V^2_{\text{дон}} / (2 \times g \times \varphi^2)$ , тут  $\varphi$  – коефіцієнт швидкості, який беруть з табл. 2.11;

$\Delta = 0,5 \text{ м}$  – підвищення низу прогонної споруди над рівнем води (при наявності льодоходу і корчеходу  $\Delta = 1 \text{ м}$ );

$h_{\text{кон}}$  – висота конструкції прогонної споруди мосту, яка дорівнює висоті балки  $H'$  разом з висотою опорних частин, товщиною шарів дорожнього одягу з асфальтобетону, вирівняльного і захисного із цементно-бетону, гідроізоляції тощо, що в сумі становить 2-0,6 м (при висоті балок 1,5-0,3 м).

$$H_m = 0,88 \times 1,3 + 1 + 0,6 = 2,74 \text{ м}.$$

Визначення довжини мосту. Довжини мосту залежить не тільки від ширини потоку води по вільній поверхні чи по середній лінії потоку, але й від схеми його протікання під мостом, виду берегових опор, наявності проміжних опор і фактичної висоти насипу біля мосту з урахуванням раціонального прокладання проектної лінії на поздовжньому профілі (але не менше розрахункової висоти).

Довжину мосту при пальових опорах з огорожувальними стінками визначають за формулою

$$L_m = B_m + \Sigma d + 2 \times d_l,$$

де  $B_m$  – отвір мосту, розрахований по вільній поверхні потоку, м;

$\Sigma d$  – сума ширини пальових опор;

$d_l = 0,15 \text{ см}$  – товщина огорожувальної стінки.

Довжина мосту при масивних берегових опорах із зворотними стінками (рис. 2.8, б) визначають за формулою

$$L_M = B_M + 2 \times m \times H_M + \Sigma d + 2 \times a + 2 \times c,$$

де  $m = 1,5 \dots 2$  – коефіцієнт закладання крутості конусів;

$H_M$  – висота мосту, м;

$\Sigma d$  – сума ширини проміжних опор, м.

Вибір оптимальної схеми малого мосту обумовлюється: максимальним ступенем уніфікації будов на споруджуваній чи реконструйованій дорозі; застосуванням однотипних збірних конструкцій; ефективністю конструктивно-технологічного вирішення мосту та схеми його розбивки на окремі прогони малих мостів (при значній довжині).

#### *Елементи конструкцій мостів*

Мости автодорожні збірні залізобетонні з прогоном 6 і 9 м на палевих опорах (3.503.1-75). Мости цієї серії проектують на дорогах II, III та IV категорії при максимальній висотою насипу на підходах до мосту у берегових опорах до 4 м, а висота проміжної опори від місцевого розмиву до верху ригеля може бути до 8 м.

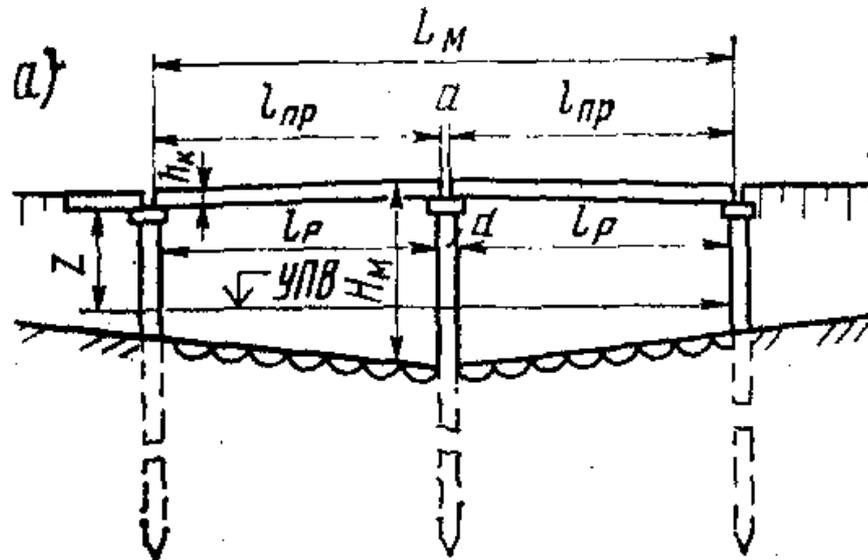


Рис. 5.1 Схеми мостів:

*a* — берегові опори с забірними стінками

Серія 3.503.1-75 передбачає такі проміжні та берегові палеві опори і берегову лежневу опору:

типу ОП-1 – при суходолах або через малі ріки з розрахунковою товщиною льоду до 0,3 м;

типу ОБ-2 – при виконанні забірної стінки по висоті з двома ярусами (ОБ-2).

Для кожного габариту моста розроблені усі можливі виконання конструкції опори за шагом палів від 1,05 до 2,5 м (крім опор із забірними стінками). Для опор із забірними стінками для кожного габариту моста розроблені три виконання конструкцій опор по шагу палів. Палі приймають за серією 3.501-86.

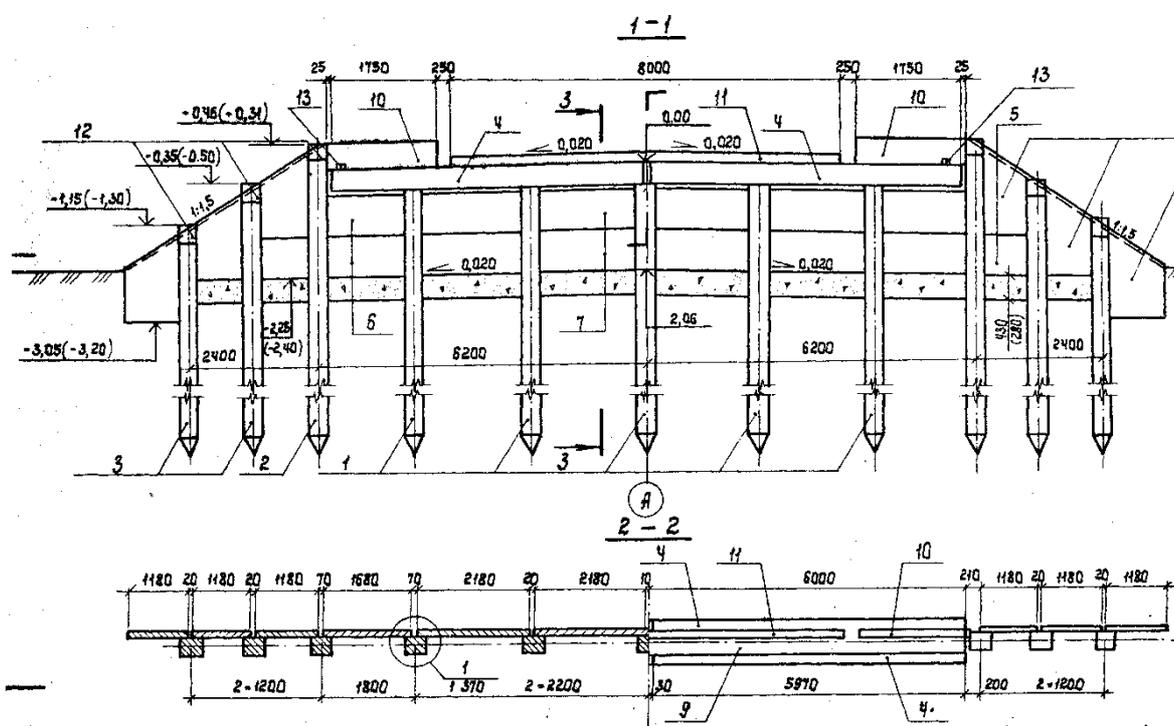


Рис. 5.2. Берегова опора з забірними стінками

Забірні стінки вирішуються чотирьох типорозмірів двох видів (рис. 5.3).

Пролітна будівля мосту може проектуватися довжиною 6 або 9 м, основні розміри яких наведені в таблиці 4.14. Вибір довжини мосту здійснюється згідно з розрахунком та за техніко-економічними показниками. Плити пролітної будівлі використовуються шириною 1 м або у сполученні шириною плит 1 і 2 м.

Плити опираються на насадки, які складаються з двох частин, між ними укладають монолітний бетон. Сполучення насадки із палею наведено на рис. 5.8.

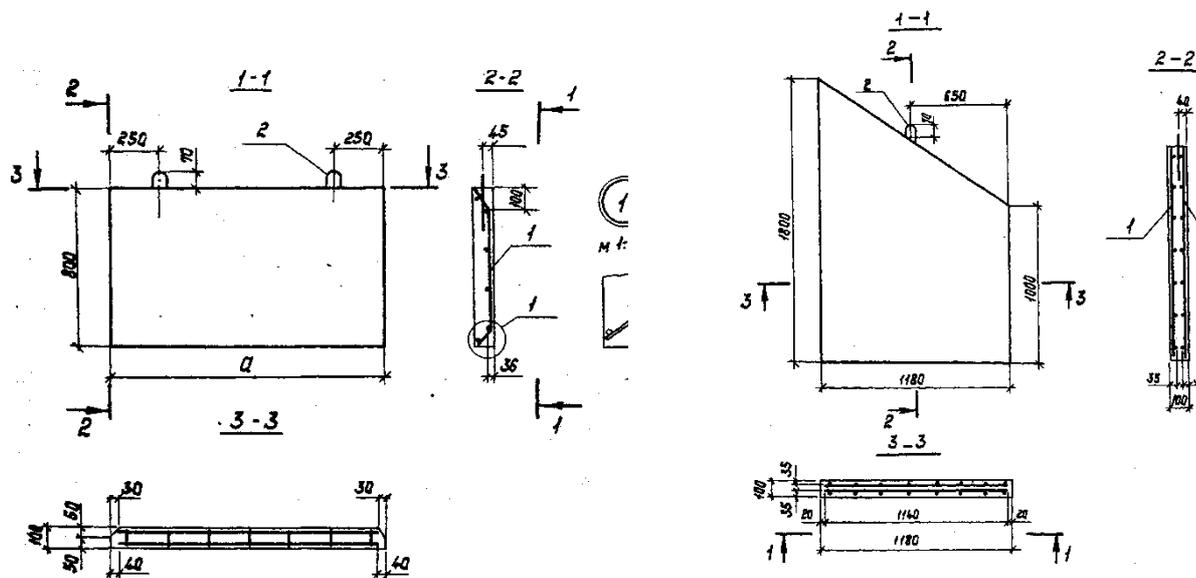


Рис.5.3. Забірні плити

Таблиця. Номенклатура забірних плит.

Марка	Розмір $a$ , мм	Вага, т	Витрати бетону, $m^3$	Примітка
ПС1	1180	0,25	0,10	Рис. 4.30, а
ПС2	1680	0,325	0,13	
ПС3	2180	0,425	0,17	
ПС4	1180	0,425	0,19	Рис. 4.30, б

Мостове полотно розроблене у двох варіантах: з асфальтобетонним або цементобетонним покриттям. Рекомендовано конструкцію мостового полотна назначати відповідно з конструкцією дорожнього одягу на підходах до мосту.

Між проїзною частиною та тротуаром влаштовуються.

У конструкції мосту використовують два типу деформаційного шва: закритого типу (марки 2ДШ) і заповненого з металічним обрамленням (марка 1ДШ). Шви закритого типу виконуються над всіма опорами в мостах односекційних, а у мостах багатосекційних за винятком опор, які розташовані на стиках секції. Шви заповненого типу виконуються у багатосекційних мостах над опорами на стиках температурно-нерозрізнених секціях.

Сполучення мосту з підходами виконується за серією 3.503-75 (рис. 5.7).

Таблиця. Основні розміри прольотних будівель

Марка	L	B	H	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>
1ПР6	6000	980	300	150	140	60	170	22	158	280	140	60	100	90	30
2ПР6	6000	1980	300	150	120	60	250	22	158	1120	120	60	120	90	30
<b>1ПР9</b>	<b>9000</b>	<b>980</b>	<b>450</b>	<b>150</b>	<b>290</b>	<b>180</b>	<b>170</b>	<b>22</b>	<b>158</b>	<b>280</b>	<b>290</b>	<b>60</b>	<b>100</b>	<b>125</b>	<b>145</b>
2ПР9	9000	1980	450	150	270	180	250	32	188	1040	270	60	120	125	145
1ПРН9	9000	980	450	150	290	180	170	22	158	280	290	60	100	125	145
2ПРН9	9000	1980	450	150	270	180	250	32	188	1040	270	60	120	125	145

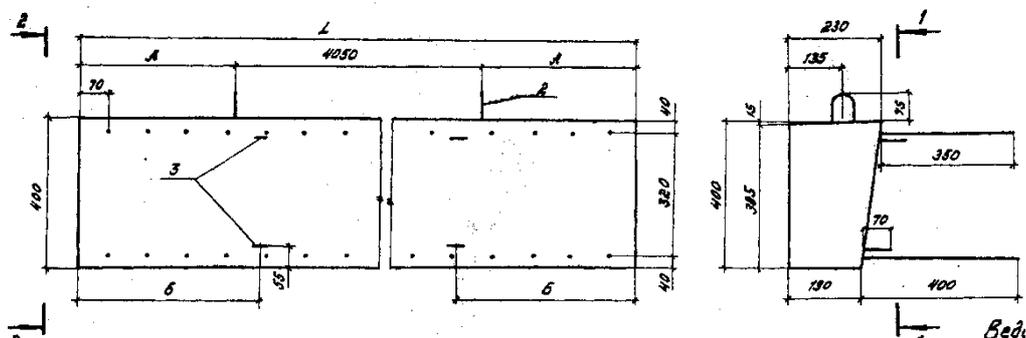


Рис. 5.4. Насадка

Таблиця. Блок насадки

Марка	Розміри, мм			Витрати бетону, м <sup>3</sup>	Вага, т	Примітка
	А	Б	Л			
РН1	710	1100	5470	0,46	1,15	
РН2	960	1200	5970	0,50	1,25	
РН3	1285	1300	6620	0,56	1,4	
РН4	1535	1400	7120	0,60	1,5	
РН5	1660	1500	7370	0,62	1,55	
РН6	1910	1600	7870	0,66	1,65	

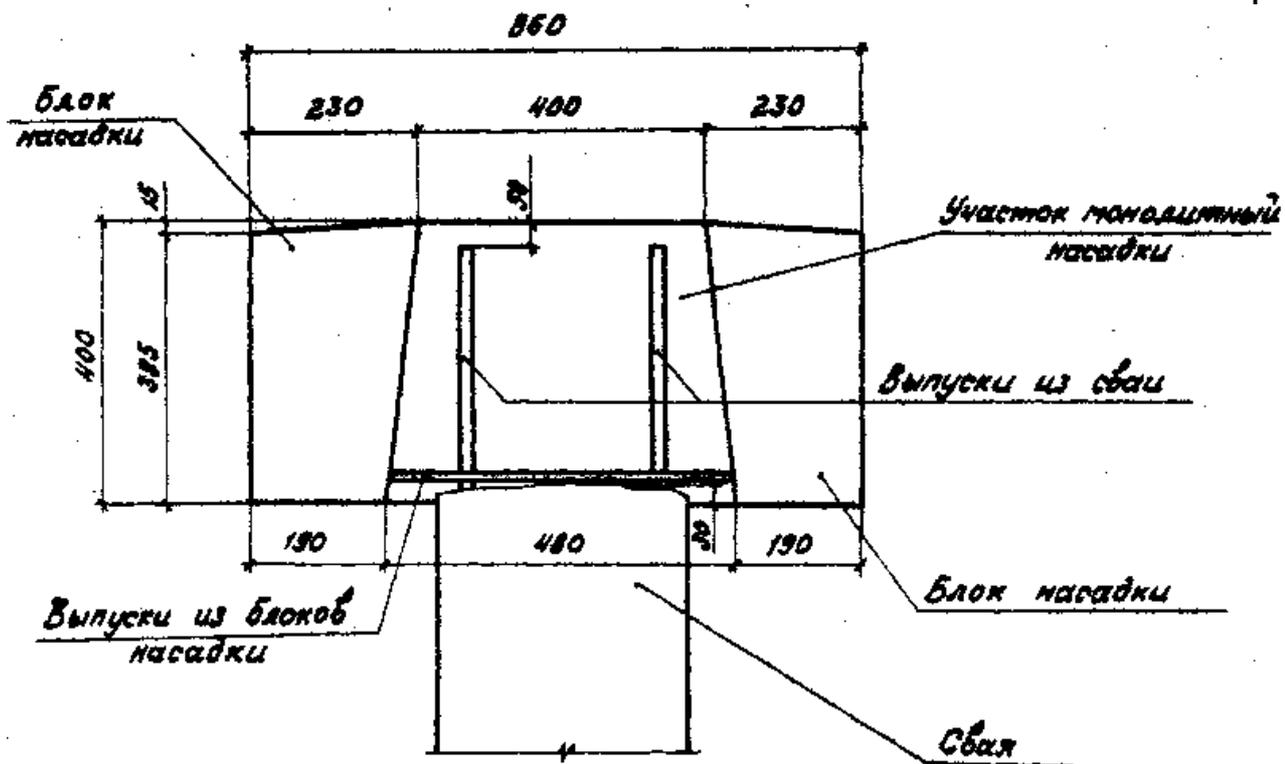


Рис. 5.5. Деталь сполучення насадки із палею

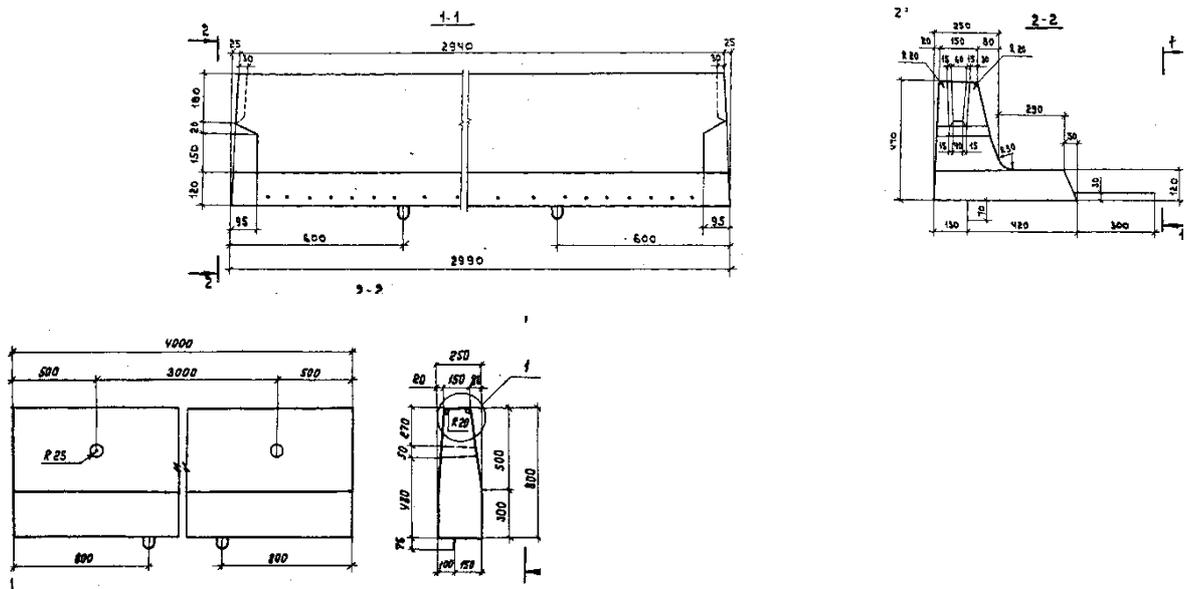


Рис. 5.6. Бордюрный блок ББ1 (а) та бордюрный блок ББ2 (б)

Таблиця. Блоки бордюра

Марка	Витрати бетону, м <sup>3</sup>	Вага, т	Примітка
ББ1	0,4	1,0	
ББ2	0,7	1,75	

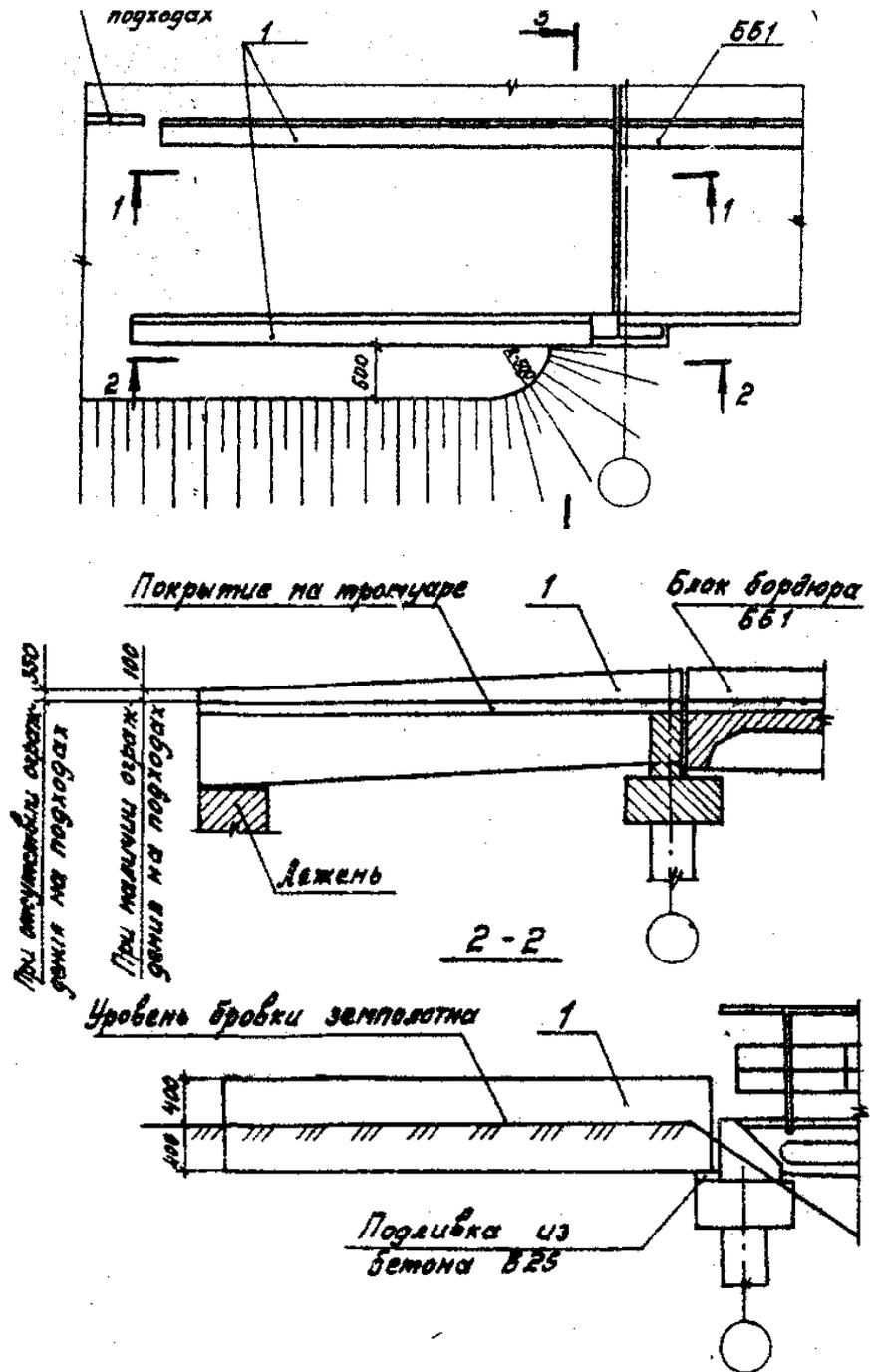


Рис. Деталь сполучення мосту з насипом

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему «Проект будівництва автомобільної дороги другої категорії в Корабельському районі Луганської області» розроблено на підставі завдання, виданого кафедрою автомобільних доріг, геодезії, землеустрою та сільських будівель, у відповідності з вимогами діючої нормативно-технічної документації.

Кваліфікаційна робота бакалавра містить 2 розділи розрахунково-пояснювальної записки обсягом 58 стор. та 5 аркушів креслень.

У розділі «Проектно-будівельна частина» розглянуто умови прокладання траси, обґрунтовано та запроектовано елементи дороги (план, поздовжній та поперечні профілі), розраховано конструкцію дорожнього одягу.

У розділі «Спеціальна частина» розраховано та підібрано штучну водопропускну споруду – малий міст на ПК28+70.

### Основні техніко-економічні показники

Протяжність траси автомобільної дороги, км	3387,12
Протяжність повітряної лінії, км	3200
Коефіцієнт подовження траси	1,058
Кількість поворотів	2
Середній радіус повороту, м	1652
Середній радіус кутів повороту	43,25
Кількість смуг руху	2
Ширина смуги руху,	3,75
Ширина проїзної частини,	7,5
Ширина узбіччя, м	3,75
Ширина укріпленої смуги узбіччя, м	0,5
Ширина земляного полотна, м	15
Кількість штучних споруд:	
– водоперепускних труб	2
– мостів	1
– шляхопроводів	-

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закони України «Про автомобільні дороги» [Електронний ресурс]  
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2862-15#Text>
2. ДБН В.2.3-4:2015. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016.
3. ДБН В.2.3-5:2018. Споруди транспорту. Вулиці та дороги населених пунктів. – К.: Мінрегіонбуд України, 2018
4. ДБН В.2.3-22:2009. Мости та труби. Основні вимоги проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009
5. ДБН А.2.2-3:2014. Склад та зміст проектної документації на будівництво. – К.: Мінрегіонбуд України, 2014
6. ДСТУ Б А.2.4-4:2009. Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної та робочої документації. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009
7. ДСТУ Б А.2.4-29:2008. Автомобільні дороги. Земляне полотно і дорожній одяг. Робочі креслення. – К.: ДП «ДерждорНДІ», 2008
8. ДСТУ-Н Б В.2.3-32:2016 Настанова з улаштування земляного полотна автомобільних доріг. – К.: ДП «ДерждорНДІ», 2016
9. ГБН В.2.3-37641918-559:2019 Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування. – К.: ДП «ДерждорНДІ», 2016
10. ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. – К.: УкрНДПСК, 2018
11. ДСТУ 8855:2019 Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності). – К.: ТК 319, 2019
12. ГБН В.2.3-37641918-552:2015 Автомобільні дороги. Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів дорожнього будівництва. – К.: ДП «ДерждорНДІ», 2015

13. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва. – К.: НДІБВ, 2016
14. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012
15. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016
16. ДСТУ 8907:2019 Настанова щодо організації проведення експертизи проектної документації на будівництво. – К.: ТК 319, 2019
17. ДСТУ 8749:2017 Безпека дорожнього руху. Огородження та організація дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт. – К.: ТК 307, 2017
18. ДСТУ 8752:2017 Безпека дорожнього руху. Проект організації дорожнього руху. Правила розроблення, побудови, оформлення. Вимоги до змісту. – К.: ДП «ДерждорНДІ», 2016
19. Бабков В.Ф. Проектирование автомобильных дорог / В.Ф. Бабков, О.В. Андреев. – М.: Транспорт, 1987. – 415 с.
20. Білятинський О.А. Заворицький В.Й., Старовойда В.П., Хом'як Я.В. Проектування автодоріг. Ч. I. – К.: В.ш., 1997. – 518 с.
21. Білятинський О.А. Заворицький В.Й., Старовойда В.П., Хом'як Я.В. Проектування автодоріг. Ч. II. – К.: В.ш., 1998. – 415 с.
22. Білятинський О.А., Старовойда В.П. Проектування капітального ремонту і реконструкції доріг. – К.: Вища освіта, 2003. – 343 с.
23. Бойчук В.С. Довідник дорожника. – К., Урожай, 2002. – 560 с.
24. Бойчук В.С., Кірічек Ю.О., Сергеев О.С. Штучні споруди на дорогах. – Дн-к, ПДАБА, 2004. – 364 с.
25. Ксенодочов В.И. Таблицы для клотоидного проектирования и разбивки плана и профиля автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1981. – 431 с.
26. Кубасов А.У., Чумаков Ю.Л., Широков С.Д. Строительство, ремонт и содержание автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1985. – 336 с.

27. Новые технологии и машины при строительстве, содержании и ремонте автомобильных дорог / Под ред. А.Н. Максименко – Мн.: Дизайн, 2002. – 240 с.
28. Орнатский Н.П. Автомобильные дороги и охрана природы. – М.: Транспорт, 1982. – 264 с.
29. Операционный контроль качества земляного полотна и дорожных одежд / Под ред. А.Я. Тулаева. – М.: Транспорт, 1985. – 224 с.
30. Проектирование автомобильных дорог: Справочник инженера-дорожника / Под ред. Г.А.Федорова. – М.: Транспорт, 1989. – 437 с.
31. Савенко В.Я., Славінська О.С., Лисенко О.П. Основи технології будівництва доріг. – К.: НТУ, 2006. – 247 с.
32. Справочник инженера-дорожника. Изыскания и проектирование автомобильных дорог / Под ред. О.В. Андреева. – М., Транспорт, 1977. – 242 с.
33. Строительство автомобильных дорог. Справочник инженера дорожника / Под ред. В.А. Бочина. – М.: Транспорт, 1980. – 512 с.
34. Строительство автомобильных дорог: В 2-х ч. / Под ред. В.К. Некрасова. – М.: Транспорт, 1980. – 354 с.
35. Технологія будівництва автомобільних доріг в прикладах (для курсового та дипломного проектування) / В.Я. Савенко, О.С. Славінська, Г.М. Фещенко, В.І. Каськів. – К.: НТУ, 2003. – 377 с.
36. Укрупненные показатели сметной стоимости. Автомобильные дороги / Министерство транспортного стр-ства. – М.: Стройиздат, 1983. – 56 с.
37. Хомяк Я.В. Проектирование сетей автомобильных дорог / Я.В. Хомяк. – К.: Транспорт, 1983. – 206 с.
38. Шкуренко А.Т. Основы строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог / А.Т. Шкуренко. – М.: Транспорт, 1987. – 320 с.