

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Навчально-науковий інститут інженерної механіки, автоматизації
та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Кафедра аграрної та лісової інженерії

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи на тему

Розроблення технологій будування та ремонтування лісових доріг з урахуванням потреб лісозаготівлі

Виконав: студент групи ЛІЗ-51
спеціальності 205 “Лісове господарство”,
освітньо-професійної програми
“Лісова інженерія”
Іванина В. В.

Керівник: Рудько І. М.

Рецензент: Удовицький О. М.

м. Львів – 2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

| | |
|------------------------------|--|
| Навчально-науковий інститут | <u>інженерної механіки, автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій</u> |
| Кафедра | <u>аграрної та лісової інженерії</u> |
| Освітній рівень | <u>бакалавр</u> |
| Спеціальність | <u>205 "Лісове господарство"</u> |
| Освітньо-професійна програма | <u>"Лісова інженерія"</u> |

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АЛІ

 доцент Бакай Б. Я.
" 02 " березня 2026 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Іваніні Віталію Васильовичу

- Тема роботи I.2 "Розроблення технологій будівництва та ремонтування лісових доріг з урахуванням потреб лісозаготівлі"
керівник роботи Рудько Ігор Михайлович, канд. техн. наук, доцент
затверджені наказом ректора університету від 30.01.2026 р. № С-85
- Термін подання студентом роботи 17.04.2026 р.
- Вхідні дані до роботи: базове підприємство – ПП "ГАЛИЧЛІС", цільове призначення лісової автомобільної дороги – для потреб лісозаготівлі й лісопромислового виробництва; категорія лісової дороги – магістраль; рельєф місцевості – горбистий; характеристика місцевості за інтенсивністю зволоження та умовами поверхневого стоку – 2 тип; тип місцевого ґрунту – суглинок; дорожнє покриття лісової дороги постійної дії – піщано-гравійна суміш; дорожнє покриття лісової дороги тимчасової дії (вуса лісопромислового призначення) – ґрунтово-щебенева суміш; результати польових досліджень
- Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
 - Технологічні засади транспортного освоєння лісових масивів з урахуванням потреб лісозаготівлі
 - Розроблення технології будівництва постійної лісової дороги
 - Розроблення технологій будівництва тимчасових лісових доріг, облаштування та ремонтування ділянок лісотранспортної мережі

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1 Поздовжній профіль ділянки лісової автомобільної дороги (1 аркуш)

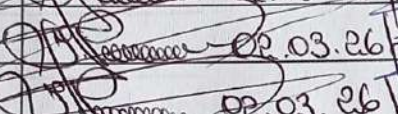
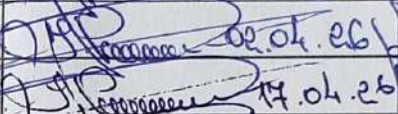
2 Технологічна схема будівництва двошарового дорожнього одягу лісової магістралі (1 аркуш)

3 Технологічна схема будівництва дорожнього одягу лісовозного вуса (1 аркуш)

4 Технологічна схема виконання ремонтних робіт на ділянці лісової дороги з піщано-гравійним покриттям (1 аркуш)

5 Мультимедійна презентація в середовищі Microsoft Office PowerPoint

6 Консультанти розділів роботи:

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--------|---|---|--|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| 1 | Рудько І. М., доцент |  02.03.26 р. |  16.03.26 р. |
| 2 | Рудько І. М., доцент |  02.03.26 р. |  02.04.26 р. |
| 3 | Рудько І. М., доцент |  02.03.26 р. |  17.04.26 р. |

7 Дата видачі завдання

02.03.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| Ч. ч. | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Термін виконання етапів кваліфікаційної роботи | Примітка |
|-------|---|--|----------|
| 1 | Технологічні засади транспортного освоєння лісових масивів з урахуванням потреб лісозаготівлі | 01.03.2026 ... 16.03.2026 | |
| 2 | Розроблення технології будування постійної лісової дороги | 17.03.2026 ... 02.04.2026 | |
| 3 | Розроблення технологій будування тимчасових лісових доріг, облаштування та ремонтування ділянок лісотранспортної мережі | 03.04.2026 ... 13.04.2026 | |
| 4 | Формування висновків та оформлення кваліфікаційної роботи | 14.04.2026 ... 17.04.2026 | |

Студент

Іванина В. В.

Керівник роботи

Рудько І. М.

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота (освітній рівень – бакалавр): 87 с., 3 ч., 13 табл., 13 рис., 5 дод., 16 джерел.

Тема роботи: “Розроблення технологій будування та ремонтування лісових доріг з урахуванням потреб лісозаготівлі”.

ЛІСОВА ДОРОГА, ТЕХНОЛОГІЯ, БУДІВНИЦТВО, РЕМОНТУВАННЯ.

Об’єкт дослідження – процеси будування та ремонтування лісових доріг постійної та тимчасової дії.

Мета дослідження – з урахуванням потреб лісозаготівлі розробити технології будування та ремонтування лісових доріг.

Методи дослідження – порівняльний аналіз, моделювання, спостереження, вимірювання, діагностика.

Досліджено теоретичні та практичні аспекти формування транспортної інфраструктури лісогосподарського підприємства. Проаналізовано економічні, екологічні та соціальні фактори розвитку мережі лісових доріг, обґрунтовано необхідність забезпечення ефективного транспортного доступу до лісових ресурсів з урахуванням потреб лісозаготівлі. Обґрунтовано основні інженерні вимоги щодо проектування верхніх та нижніх конструктивних елементів лісової піщано-гравійної дороги. Спроектовано ключові елементи плану траси та поздовжнього профілю лісової дороги, визначено ключові параметри поперечних перерізів її земляного полотна та дорожнього одягу. Обґрунтовано доцільність спорудження двошарової конструкції дорожнього одягу. Розраховано потребу у середньозернистому піску, піщано-гравійній суміші та воді, що необхідні для будівництва. Сформовано кількісний склад будівельних ланок, обґрунтовано потребу в технічних засобах та устаткуванні. Розраховано тривалість виконання робіт та їх трудомісткість. Визначено обсяг матеріальних ресурсів, необхідних для проведення дорожньо-ремонтних робіт. Розроблено заходи із охорони праці під час будівництва, експлуатації та ремонтування лісових шляхів, а також заходи з екологічної безпеки для дорожньо-будівельних та дорожньо-ремонтних виробничих процесів.

ABSTRACT

Bachelor's degree graduation thesis: 87 p., 3 ch., 13 tbl., 13 ill., 5 add., 16 literature sources.

Thesis topic: "Development of technologies for the construction and repairing forest roads, taking into account the needs of logging".

FOREST ROAD, TECHNOLOGY, CONSTRUCTION, REPAIR.

Study subject – processes of construction and repair of permanent and temporary forest roads.

Research objective – taking into account the needs of logging, develop technologies for the construction and repairing forest roads.

Research methods – comparative analysis, modelling, observation, measurement, diagnosis.

This study examines the theoretical and practical aspects of developing the transport infrastructure of a forestry enterprise. It analyses the economic, environmental and social factors influencing the development of the forest road network and demonstrates the need to ensure effective transport access to forest resources, taking into account the requirements of logging. The main engineering requirements for the design of the upper and lower structural elements of a forest sand-gravel road have been established. The key elements of the route alignment and longitudinal profile of the forest road have been designed, and the key parameters of the cross-sections of its subgrade and road surface have been determined. The feasibility of constructing a two-layer road surface structure has been justified. The requirements for medium-grained sand, sand-gravel mix and water necessary for construction have been calculated. The quantitative composition of the construction teams has been established, and the need for technical resources and equipment has been justified. The duration of the works and their labour intensity have been calculated. The volume of material resources required for road repair works has been determined. Measures have been drawn up to ensure health and safety during the construction, operation and maintenance of forest roads, as well as environmental safety measures for road construction and maintenance operations.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП | 8 |
| 1 ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ТРАНСПОРТНОГО ОСВОЄННЯ ЛІСОВИХ МАСИВІВ З УРАХУВАННЯМ ПОТРЕБ ЛІСОЗАГОТІВЛІ | 9 |
| 1.1 Економічні, екологічні та соціальні передумови розвитку мереж лісових доріг | 9 |
| 1.2 Порівняльний аналіз конструкцій та технологій будівництва лісових автодоріг з використанням бульдозерів та екскаваторів | 10 |
| 1.3 Забезпечення транспортними мережами доступу до лісових масивів із урахуванням потреб лісозаготівлі | 13 |
| 1.4 Особливості улаштування лісодорожніх транспортних мереж в гірських умовах | 19 |
| 1.5 Заходи з охорони праці | 23 |
| 1.6 Заходи з охорони навколишнього середовища | 26 |
| 2 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БУДУВАННЯ ПОСТІЙНОЇ ЛІСОВОЇ ДОРОГИ | 28 |
| 2.1 Технічні нормативи проектування верхньої та нижньої будов лісової піщано-гравійної дороги | 28 |
| 2.2 Особливості розміщення траси автодороги у лісовому масиві | 29 |
| 2.3 Проектування плану траси лісової піщано-гравійної дороги | 29 |
| 2.4 Проектування профілю траси лісової піщано-гравійної дороги | 31 |
| 2.5 Поперечники ґрунтового полотна лісової дороги | 32 |
| 2.6 Поперечники дорожнього покриття лісової дороги | 33 |
| 2.7 Організаційні та технологічні аспекти дорожнього будівництва | 33 |
| 2.8 Підготовчі заходи й технологічні операції | 34 |
| 2.9 Заходи й технологічні операції зі спорудження дорожнього полотна | 42 |
| 2.10 Будівництво дорожнього одягу | 50 |

| | |
|---|----|
| 3 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ БУДУВАННЯ ТИМЧАСОВИХ ЛІСОВИХ ДОРІГ, ОБЛАШТУВАННЯ ТА РЕМОНТУВАННЯ ДІЛЯНОК ЛІСОТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ | 65 |
| 3.1 Спорудження вуса лісопромислового призначення | 65 |
| 3.2 Спорудження штучних водопропускних об'єктів | 68 |
| 3.3 Організація роботи лісодорожньої інфраструктури | 70 |
| 3.4 Технології локального потокового відновлення гравійного дорожнього покриття лісових доріг | 71 |
| ВИСНОВКИ | 74 |
| ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ | 76 |
| ДОДАТКИ | 78 |

ВСТУП

Можливість ефективного управління лісоресурсним потенціалом України зумовлена наявністю розвиненої інфраструктури лісових доріг на територіях лісогосподарських комплексів. Робота лісозаготівельного сектору досягає оптимальної продуктивності та економічної ефективності за умови належного функціонування системи лісових шляхів цілорічної експлуатації для транспортування лісоматеріалів. У контексті лісозаготівельної діяльності лісові дороги переважно використовують для вивезення лісової продукції. Водночас, їх функціонал значно ширший й охоплює важливе лісовідновне, лісогосподарське, лісомеліоративне та протипожежне значення у лісопромисловому виробництві.

В умовах західної України для транспортування лісоматеріалів від ділянок заготівлі до нижніх складів переважно застосовують мережу автомобільних доріг загального користування, а також спеціалізованих лісових шляхів як доріг відомчого транспорту. Поширеність даного підходу пояснюється можливістю ефективного організування лісозаготівельних процесів за відносно помірних капітальних інвестицій, а також перспективою поетапного зміцнення та за потреби модернізації дорожнього полотна.

Ключовими напрямками даного дослідження є розробка комплексу заходів для оптимізації технічного стану мережі лісових доріг й розроблення технологій будівництва та ремонтування лісових доріг з урахуванням потреб лісозаготівлі. Відповідно, з метою підвищення функціональності наявної лісотранспортної мережі, було розроблено технологію будівництва нової ділянки лісової автомобільної дороги, що прилягає до існуючої траси. Також важливим є розроблення заходів щодо раціонального прокладання мережі лісовозних вусів для тимчасового їх використання, напрацювання технологій здійснення поточного ремонту дорожнього покриття, а також відновлення та оптимізація функціонування елементів системи дорожніх укріплень й водовідведення.

1 ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ТРАНСПОРТНОГО ОСВОЄННЯ ЛІСОВИХ МАСИВІВ З УРАХУВАННЯМ ПОТРЕБ ЛІСОЗАГОТІВЛІ

1.1 Економічні, екологічні та соціальні передумови розвитку мереж лісових доріг

У розумінні планування мереж лісових доріг тривалий час їх будували головним чином для забезпечення потреб лісового господарства та заготівлі лісоматеріалів [1-3]. В останні роки широко застосовують комп'ютеризоване планування з підходами, які розглядають багато альтернатив і враховують витрати на будівництво, утримання та транспортування. Є також окремі рішення, які використовують точковий підхід, що полягає у з'єднанні складів як пунктів призначення, а також площинний підхід, що полягає у максимізації площі обслуговування для задоволення потреб лісового господарства й заготівлі лісоматеріалів у майбутньому.

В цілому більшість апробованих натепер рішень базуються на достовірних даних щодо місцевих умов [4-5], а сучасне планування мережі лісових доріг враховує багато суміжних компонентів, зокрема такі:

1. Економічні фактори:
 - витрати на заготівлю лісоматеріалів;
 - витрати на спорудження лісових доріг;
 - витрати на утримання лісових доріг;
 - ефективне використання матеріальних ресурсів.
2. Екологічні фактори:
 - збереження водних ресурсів;
 - збереження природних ландшафтів;
 - вплив на біологічне різноманіття;
 - екологічний вплив;
 - ефективне використання земельних ресурсів.
3. Соціальні фактори:
 - організування рекреації та туризму;

- безпекові чинники (надання місцевому населенню первинної медичної допомоги тощо);
- господарський розвиток сільських територій;
- зайнятість місцевого населення

Деякі технологічні аспекти розвитку мереж лісових доріг мають як економічний, так і екологічний характер. Для аналізу якості спроектованих мереж лісових доріг з урахуванням різних основних аспектів використовують ряд інструментів багатокритеріального аналізу.

Зокрема для лісових дорожніх мереж у гірських районах ширину дорожнього коридору (включаючи схил виїмки та насипу) збільшують із збільшенням нахилу схилу.

Мінімізацію площі, що використовується для будівництва лісових доріг, необхідно проводити для того, щоб максимально зменшити вплив на навколишнє середовище та зберегти продуктивність лісу.

1.2 Порівняльний аналіз конструкцій та технологій будівництва лісових автодоріг з використанням бульдозерів та екскаваторів

На рис. 1.1 і 1.2 показано деяку перевагу використання менших площ для будівництва лісових доріг екскаваторами, порівняно з будівництвом бульдозерами, яке фактично обмежене на ділянках з нахилом, більшим за можливий нахил насипу (приблизно 700‰ залежно від типу ґрунту [6]). У такому разі лісову дорогу будують на повній терасі, а ґрунтовий матеріал видаляють і вивозять у відвал.

Порівняння конструкції лісової автодороги завширшки 4 м, побудованої за допомогою бульдозера, та лісової автодороги дороги, побудованої за допомогою екскаватора, показаної на рис. 1.2, може забезпечити економію до 20 м² площі на кожен погонний метр побудованої лісової автодороги.

В гірських та горбистих умовах, порівняно з рівнинними ділянками, площі земель, необхідні для улаштування поворотів, різко збільшуються зі зростанням величини нахилу суміжного схилу.

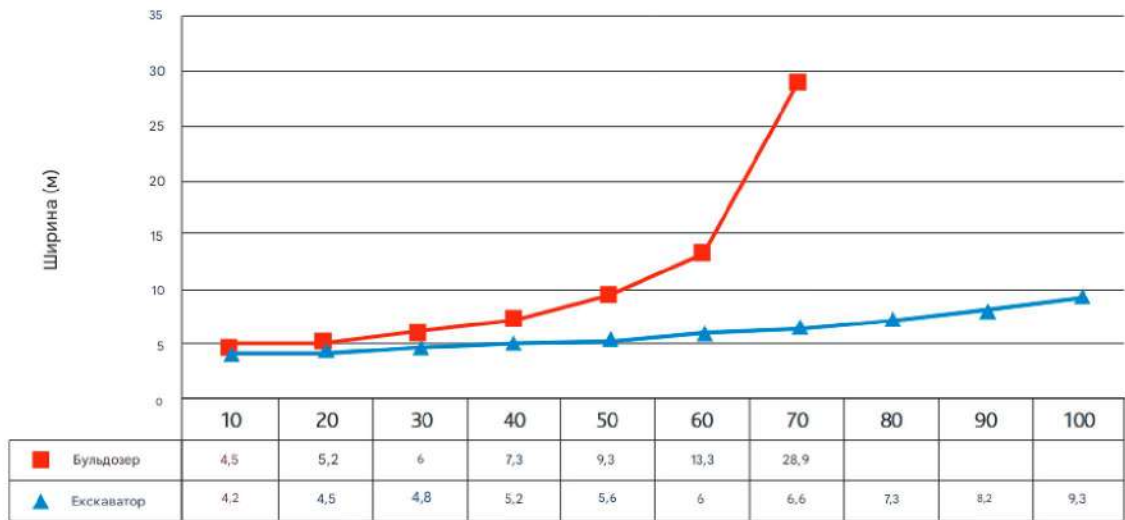


Рисунок 1.1 – Необхідна ширина ґрунтового полотна з використанням бульдозера та екскаватора залежно від ухилу гірського схилу

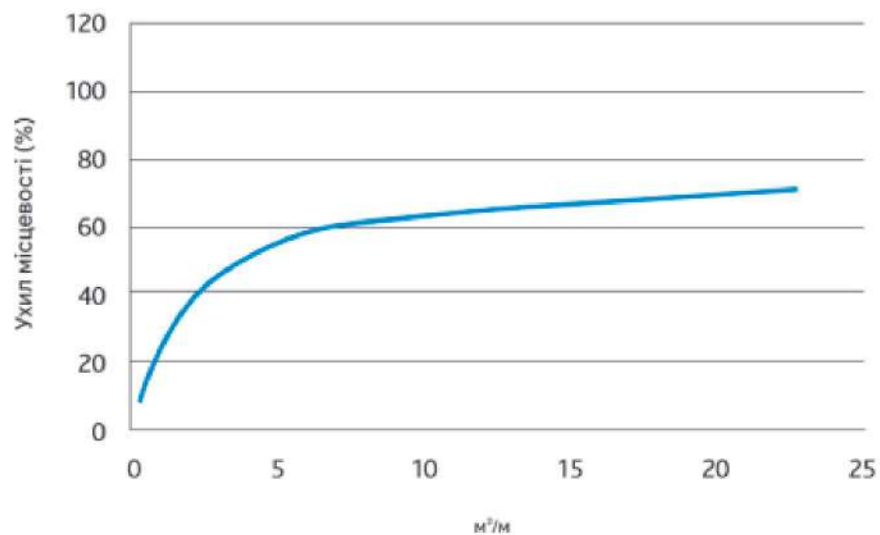


Рисунок 1.2 – Площа, яка залишається під лісовими насадженнями завдяки використанню екскаваторів замість бульдозерів (залежно від нахилу місцевості) в гірських умовах

У табл. 1.1 наведено діаметр поворотів, споруджених за допомогою бульдозера (ґрунтові умови) або екскаватора (ґрунтово-скельні умови).

Загальне планування мережі лісових доріг у гірських районах проводять з урахуванням оптимальної локалізації поворотів, враховуючи стійкість земляного полотна, нахили схилів та доступність ділянки лісового автошляху для ефективного виконання лісових робіт.

Таблиця 1.1 – Діаметри поворотів, включаючи виїмку та насип, залежно від величини ухилу схилу

| Ухил схилу | Діаметри поворотів лісової автодороги | |
|------------|---------------------------------------|--|
| | грунтово-скельні умови | грунтові умови |
| 300‰ | 24,7 | 34,1 |
| 400‰ | 26,3 | 43,8 |
| 500‰ | 29 | 63 |
| 600‰ | 31,2 | занадто велика стрімкість схилу для таких умов |
| 700‰ | 33,7 | |
| 800‰ | 36,6 | |
| 900‰ | 40,1 | |
| 1000‰ | 44,3 | |

Можливість екскаваторами відокремлювати та зберігати органічний матеріал для подальшого використання з метою покриття оголених ґрунтових схилів виїмок та насипів для швидкого відновлення рослинності схилів є однією з переваг екскаваторів, порівняно з бульдозерами, зокрема поворотними. Це допомагає у польових умовах зменшити ерозію на новостворених схилах і сприяє їх подальшій стабільності. Окрім цього, бульдозером не можна настільки легко видаляти органічний верхній шар ґрунту (з корінням та пнями), тому органічний матеріал при роботі бульдозера зазвичай є змішаний із матеріалом насипного схилу. Такий органічний матеріал з часом розкладається, що зрештою призводить до зсувів та дестабілізації споруджених насипних схилів.

За наявності скелястих ґрунтів екскаватори можуть розміщувати камені розміром до $0,5 \text{ м}^3$ як основи для майбутніх насипних схилів та будувати достатньо стабільні та стрімкі кам'яні стіни з насипного боку. Іншою великою проблемою на гірських стрімких схилах є неконтрольоване скочування каменів. Великі шматки каменів набирають велику кінетичну енергію під час скочування і становлять неабияку небезпеку для людей і дорожніх конструкцій.

З іншого боку, для ґрунтових матеріалів без каменів використання

неповоротних і поворотних бульдозерів залишається найекономічнішим способом будівництва лісових доріг. Проте під час виконання технологічних будівельних процесів відокремлення органічних матеріалів (пнів, гілок, верхнього шару ґрунту) для бульдозерів є практично неможливим.

Видалення всіх органічних матеріалів з рештками, особливо пнів, з насипу на схилах важко здійснити за допомогою бульдозерів, хоча для роботи на таких схилах гіпотетично можна використовувати навантажувачі в поєднанні з бульдозерами. Відмерлі органічні матеріали протягом перших декількох років зміцнюють насип схилу. Після цього вони починають дестабілізувати насипи схилів, тому для збереження стабільності схилів насипів з часом необхідно проводити інженерні роботи. На механічні властивості місцевих ґрунтів значною мірою впливає їх вологість, тому забезпечення належної роботи дренажних систем в таких умовах є надзвичайно важливим (порівняно, наприклад, зі скелястими основами). Для оптимального лісодорожного будівництва необхідно щонайменше підтримувати в процесі технічної експлуатації дорожнє полотно сухим, а споруджувані насипи – вільними від мертвої органічних решток, якомога краще проводити ущільнення схилів (за допомогою рослинного покриву).

Екскаваторами можна розподіляти матеріали й переміщувати їх, уникаючи обвалів скельних порід, проводити попереднє ущільнення насипних матеріалів. Екскаваторами також можна усувати лісоматеріали з розчищеної смуги. В окремих випадках потужними промисловими екскаваторами (масою близько 25 т) можна роздроблювати та розбивати скельні породи, оскільки лише компактні тверді скельні породи потребують виконання підривних робіт з подальшим розбиванням утворених шматків каменів, що найбільш негативно впливає на навколишнє середовище й несе високі екологічні ризики, зокрема для придорожньої інфраструктури та водотоків.

1.3 Забезпечення транспортними мережами доступу до лісових масивів із урахуванням потреб лісозаготівлі

Кількісне та якісне оцінювання споруджуваних дорожніх мереж

виконують різними способами. Для питань, пов'язаних з перевезенням лісоматеріалів між лісовими складами, основним змінним чинником є середньозважена відстань вивозки.

В цілому, з огляду на потреби лісозаготівлі, лісові дороги повинні виконувати щонайменше дві основні функції:

1) перевезення лісоматеріалів між лісовими складами для всіх видів транспортування лісової продукції;

2) просторова доступність лісових територій по обидва боки від лісової дороги для всіх лісозаготівельних операцій, пов'язаних з веденням лісовим господарства, зокрема лісозаготівлею, лісорозведенням, захистом лісів та пожежогасінням.

Відстань між суміжними лісовими автодорогами в першому приближенні може характеризувати те, чи відповідатиме дорожня мережа використуваним системам лісового господарства на підприємстві. На рівнинних територіях (з великим співвідношенням між протяжністю лісових автодоріг та кількістю примикань і перетинань) відстань між суміжними лісовими автодорогами краще характеризує якість наявної дорожньої мережі в лісовому фонді. Для гірських територій, де ухили схилів зазвичай перевищують максимально допустимі поздовжні нахили лісових автодоріг, для належного розвитку дорожньої мережі потрібно більше примикань, перетинань і поворотів, щоб забезпечити потрібний доступ до усіх наявних лісових територій.

Залежно від локальної топографії та ґрунтових умов, дорожні мережі лісогосподарських підприємств мають різну відстань між лісовими автодорогами на своїй території, тому усереднена по підприємству відстань між такими дорогами менш точно характеризує можливість освоєння конкретних районів.

На рис. 1.3 показано ефективність прокладання лісодорожніх мереж за типовими схемами [6] в плані забезпечення доступності відповідних лісових територій.

Щільність або густоту лісових автодоріг також зазвичай використовують

для аналізу споруджуваних дорожніх мереж. Її відносно легко розрахувати (сумарну протяжність лісових автодоріг поділити на площу територій), проте використовувати як показник можна тільки для оцінювання доступності великих територій щонайменше на регіональному рівні.

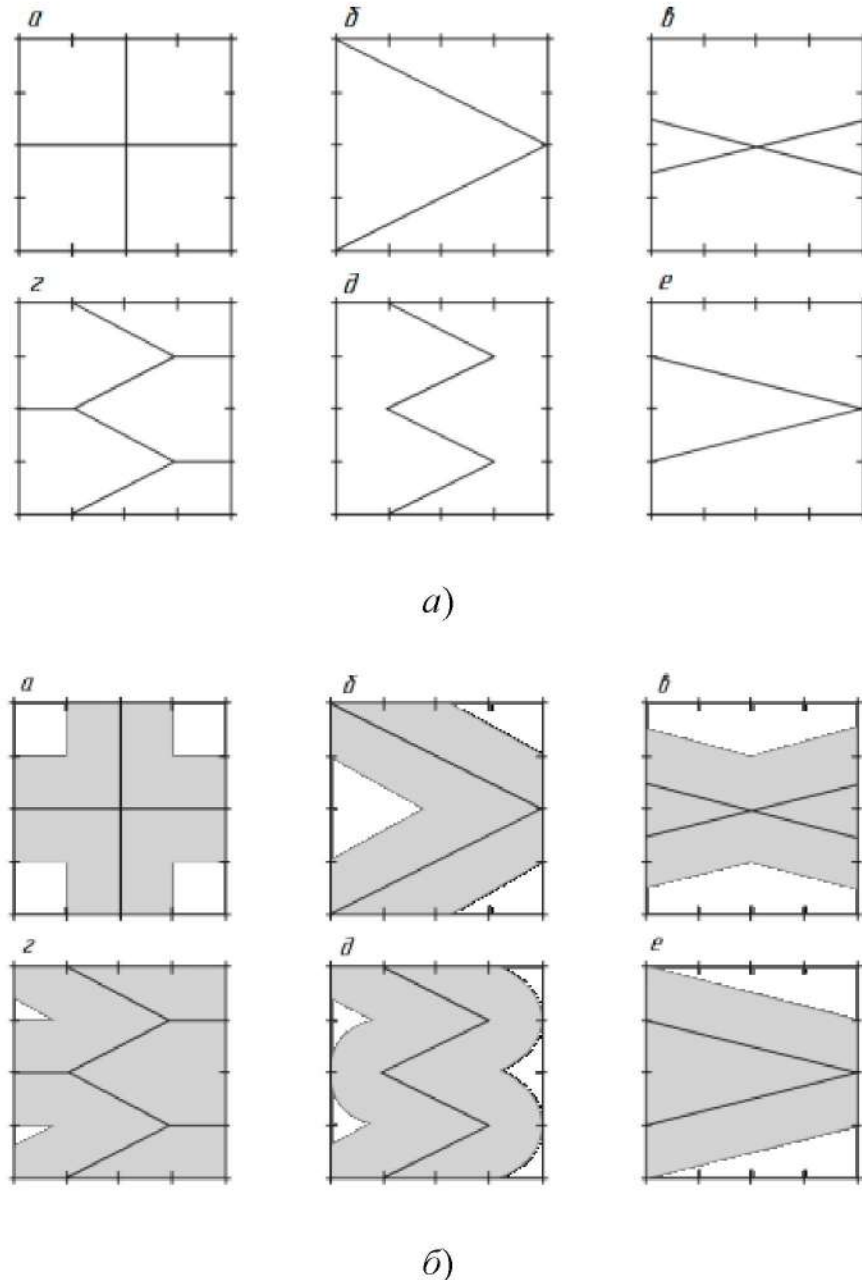


Рисунок 1.3 – Типові схеми прокладання лісодорожніх мереж (а) та доступність відповідних лісових територій (б): розміри квадратів – орієнтовно 2×2 км, що відповідає 400 га площі, відстань від осей трас доріг – близько 500 м

На рівні окремого лісогосподарського підприємства ефективніше

оцінювати доступність лісових масивів за допомогою ряду інших показників, оскільки усереднена щільність мережі лісових автодоріг не дає належної інформації про те, яким чином розподілена доступність по всій площі прилеглих лісів. Наприклад, лісову автодорогу, що проходить межею лісової ділянки і надає доступ лише з одного боку, розглядають так само, як і лісову дорогу, прокладену посередині лісового масиву, що надає доступ до лісових насаджень з обох своїх боків. В такому разі наявна низка поворотів збільшує щільність доріг, але водночас не поліпшує доступність територій за цим же показником.

У табл. 1.2 показано, яким чином проектування транспортних лісових мереж впливає на забезпечення доступу до прилеглих лісових територій.

Таблиця 1.2 – Зведені показники транспортної доступності прилеглих лісових територій

| Показник | Розмірність | Розрахункова схема (рис. 1.3) | | | | | |
|--|---------------|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | <i>a</i> | <i>б</i> | <i>в</i> | <i>г</i> | <i>д</i> | <i>е</i> |
| Довжина лісових автодоріг | <i>м</i> | 4000 | 4472 | 4123 | 5972 | 4472 | 4123 |
| Щільність лісових автодоріг | <i>м / га</i> | 10 | 11,18 | 10,31 | 14,93 | 11,18 | 10,31 |
| Відстань між суміжними лісовими автодорогами | <i>м</i> | 1000 | 894 | 970 | 670 | 894 | 970 |
| Доступність прилеглих лісових територій | % | 75% | 81% | 64% | 98% | 90% | 77% |

На рівні окремих лісогосподарських підприємств важливо зазначати розподіл територій з густою дорожньою мережею та територій з низькою щільністю лісових доріг.

Іншим підходом, який можна застосувати для великих лісових територій, є розрахунок щільності дорожньої мережі на основі прокладеної сітки для аналізованої території (наприклад, для лісових масивів площею близько 5 тис. га розмір комірки сітки може становити від 500 м до 1 км, для ще

більших лісових територій регіонального рівня розміри комірок сітки збільшують). На таких схемах насамперед треба вказувати території, де планується поліпшувати дорожню мережу.

Щоб врахувати просторовий ефект лісових дорожніх мереж, можна використовувати для розрахунку відсотка доступності лісових масивів поняття буферної смуги навколо лісової дороги (в числовому еквіваленті – половину середньої відстані між суміжними лісовими автодорогами). Ширину такої буферної смуги адаптують до використовуваних на підприємстві систем заготівлі лісоматеріалів. В окремих випадках за потреби використовують різну ширину буферної смуги (окремо для підйомів і окремо для спусків). Натепер вказані значення найкраще обчислювати за допомогою наявних інструментів ГІС технологій.

Виявлення ділянок з неналежною транспортною доступністю є одним з перших кроків для вирішення виробничої проблеми. На рівні окремого лісогосподарського підприємства зазвичай розглядають кожен конкретний випадок, але на великих територіях роботи виконують структуровано. Для прийняття рішень щодо поліпшення мережі лісових доріг структурують інформацію про операційні витрати, продуктивність операцій та природній стан лісів. Ці дані також в подальшому використовують для прогнозування витрат на виконання лісогосподарських робіт (наприклад, заготівлі деревини) протягом строку експлуатації дорожніх ділянок. Аналіз витрат і переваг проводять також для ранжування економічного ефекту від можливого впровадження різних альтернативних лісозаготівельних технологій. Це в свою чергу дозволяє під час проведення розрахунків відобразити економічний аспект будівництва лісових доріг. Щоб врахувати під час обґрунтування рішень також неекономічні аспекти, використовують методи багатокритеріального аналізу [6], які дають змогу надавати перевагу економічним, екологічним або соціальним критеріям (рис. 1.4). Перелік критеріїв та їх питому вагу встановлюють до початку процедури проведення аналізу і ранжування.

Мережі лісових доріг часто не можливо в умовах лісогосподарського

виробництва прокласти за чіткою геометричною схемою паралельних чи прямокутних сіток унаслідок наявних топографічних особливостей або геологічних умов.

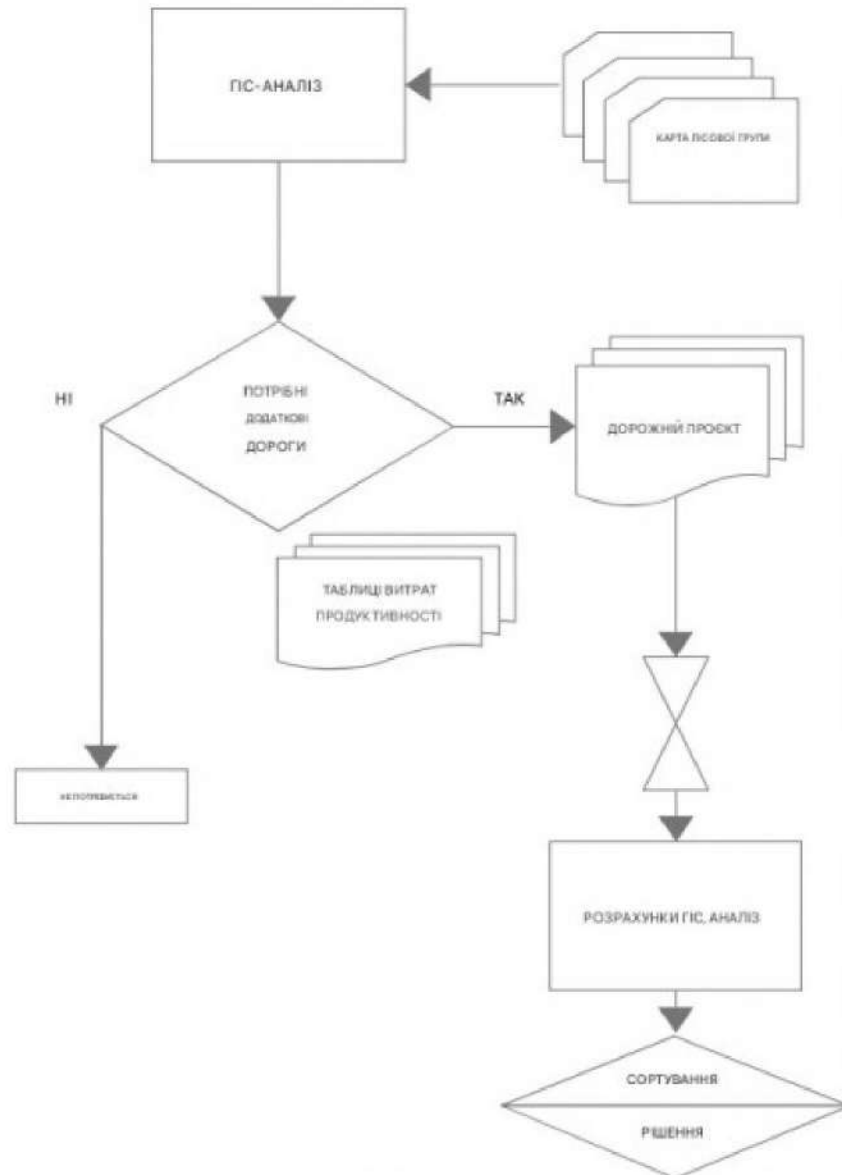


Рисунок 1.4 – Блок-схема визначення пріоритетів при лісодорожньому проектуванні з використанням методів багатокритеріального аналізу

Для територій, де максимальний ухил місцевості не перевищує максимально допустимий ухил траси лісової дороги, дорожню схему можна розробляти без урахування топографічних умов. Якщо ґрунтові умови дозволяють прийняти таке рішення, то найкращим варіантом є геометрично чітка дорожня мережа. Для подовгастих ділянок стала відстань між бічними

тупиковими дорогами дозволяє забезпечити сталий доступ як зліва, так і справа відносно осі головної дороги (лісової магістралі). Для широких лісових масивів схема споруджуваних лісових доріг зазвичай схожа на шахову дошку, що забезпечує необхідний доступ до лісових масивів.

1.4 Особливості улаштування лісодорожніх транспортних мереж в гірських умовах

У гірських районах, де нахили схилів зазвичай перевищують максимально допустимі поздовжні ухили лісових доріг, лісодорожню мережу проєктують, опираючись на форму локального рельєфу місцевості. При цьому у виробничій практиці наявні деякі основні принципи укладання таких лісотransпортних мереж.

Зокрема лісові дороги у долинах територій прокладають вздовж річок чи струмків, якщо нахил природної місцевості не перевищує проздовжнього ухилу траси лісової дороги (на безпечно встановленій відстані від річки чи струмка). За потреби перетин річки чи струмка виконують у вигляді водопроводу або мосту (з урахуванням безперешкодного протікання води у разі повені). Бажано, щоб місце перетину було розташовано вище точки, де бокова притока впадає в головний потік (щоб лісодорожня мережа не втрачала функціональності під час повеней). На стрімких схилах у струмків часто наявні водоспади, де нахил струмка значно перевищує допустимі межі ухилів лісової дороги. У такому разі на схилі або в бічній долині влаштовують серпантини, які дозволяють повернутися в прилеглу до струмка зону після проходження водоспаду. Профіль ділянки шляху на серпантині повинен унеможливити витікання струмка на лісову автодорогу.

У польових умовах на територіях вздовж струмків нерідко наявний болотистий або інший ґрунт, що непридатний для будівництва земляного полотна лісових доріг. Використання геосинтетичних матеріалів та інших технічних заходів дозволяє виконувати будівельні операції, але зрештою таке будівництво буде надто дорогим як для відомчих шляхів транспорту. Тому в таких умовах вигідним варіантом може бути прокладання лісових доріг уздовж

гірських хребтів.

У всіх інших випадках, коли нахил річки чи струмка є занадто стрімким, дорожню мережу в гірських умовах прокладають безпосередньо на схилі. У такому разі важливо мінімізувати кількість поворотів і розміщувати їх в оптимальних місцях (зазвичай в місцях наявності стабільного і рівного ґрунту. Тупикові дороги та відгалуження часто приєднують на повороті, щоб розширити доступну територію. У гірських регіонах земельні ділянки часто розташовані у несприятливих для лісогосподарського управління територіях, у формі вузьких смуг, що спрямовані за нахилом схилу у напрямку до сільськогосподарських угідь в долині, за якими розташовані лісові масиви на схилі, а також пасовища на вершині схилу. Оскільки схили зазвичай розділені такими типами ділянок, то, в основному, до лісових масивів в горах ведуть серпантини, котрі починаються в головній долині населеного пункту. Це в технічному плані спричиняє наявність багатьох поворотів у межах вузького простору. Недоліком такого типу мережі лісових автодоріг є неефективне використання ландшафту та високий ризик ґрунтової ерозії та зсувних процесів, спричинених щільною послідовністю поворотів, які значною мірою впливають на стабільність схилу.

Для нахилів схилів, менших 500‰ лінійні ділянки лісової автодороги, як правило, не мають проблем зі стійкістю і стабільністю. Єдиним винятком можуть бути випадки перетину структурно нестабільних схилів (виробничий досвід показує, що на еродованих схилах ризик зсувів загалом є вищим і якщо схил є стрімким за своєю природою, це може бути ознакою стабільності такого схилу, а якщо схил є пологим і еродованим за своєю природою – це в багатьох випадках є результатом наявних переміщень ґрунтових мас.

В цілому найбільш проблемними елементами мережі лісових автодоріг є повороти, переходи через струмки і, в деякій мірі, водостоки, дорожні труби і малі мости. Їх спорудження є більш вартісним, а вплив на довкілля – більш відчутним для навколишнього середовища. Повороти, розгалуження і примикання, переходи через наявні водотоки здійснюють в подальшому

вагомий вплив на місцеві ґрунти і гідрологію схилів. Тому вибір місця розташування цих структурних дорожніх елементів є першочерговим завданням під час проєктування лісотранспортних дорожніх мереж.

Використання на поворотах в горбистих гірських умовах типових дорожніх шаблонів для формування земляного полотна або кам'яної основи показує, що вони займають дуже багато площі (рис. 1.5).



Рисунок 1.5 – Формування земляного полотна на повороті лісової дороги в горбистих лісоексплуатаційних умовах

Тому вибір місць улаштування поворотів на трасі лісової дороги є важливою частиною загального планування. В такому разі варто визначити стабільні ділянки з невеликим нахилом, до яких у будь-якому випадку повинен бути технологічний доступ.

При проєктуванні переправ через струмки, водопроводів, дорожніх труб чи малих мостів необхідно враховувати їх функціональність, особливо під час можливих повеней. Об'єм води, що проходить через такі перерізи, приблизно дорівнює добутку площі перерізу на усереднену швидкість потоку. Сприятливими місцями для улаштування таких переправ є стабільні схили берегів та стрімкі ділянки струмків з швидкою течією. На практиці уникають ділянок, де струмки течуть повільно, а місце розташування русла струмка змінюється з плином часу. Пропускна здатність місць з більшою швидкістю течії води є вищою, порівняно з іншими ділянками.

Ерозія дна струмків може становити небезпеку для конструкційних основ елементів лісової дорожньої інфраструктури, тому їй слід запобігати (за рахунок впровадження ефективних заходів з укріплення берегів і дна, наприклад біоінженерних). З метою збільшити пропускну здатність перетину в окремих випадках практикують випрямлення русла струмка під мостом, але нижче за течією її швидкість знову зменшують до прийняттого рівня. Наявність природних місцевих матеріалів, таких як тверді скельні породи, може суттєво допомогти знизити сукупні витрати на будівництво малих мостів.

У лісовиробничій практиці лісові дороги часто будують як ґрунтові дороги без будь-якого дорожнього покриття. Це інколи забезпечує їх функціональність, проте, здебільшого, лише за ідеальних умов (коли наявна суха ґрунтова основа з високими показниками тримальної здатності) або за умов тимчасового виконання робіт (на строк ліквідації стихійних лих тощо), але дуже рідко це відповідає вимогам, встановленим чинними нормативами до лісових доріг. Якщо такі тимчасові лісові дороги в подальшому модернізувати – це сприятиме функціонуванню наявної на підприємстві мережі лісових доріг. Переважна більшість дорожніх основ в Україні потребують улаштування дорожнього покриття, яке повинно захищати тіло лісової дороги, за потреби зміцнюючи її структуру та забезпечуючи рівність поверхні для лісотранспортних засобів. Загалом дорожнє покриття повинно бути жорстким, з використанням асфальтних сумішей, укріплених бітумними в'язучими, або нежорстким, з використанням щєбенево-гравійних чи оптимальних ґрунтових сумішей. Для укладання покриття лісових доріг найпоширенішими видами дорожньо-будівельних матеріалів є гравій та щєбінь. Іноді матеріали дорожньо-будівельні матеріали для лісових доріг добувають з місцевих кар'єрів, прокладених вздовж осі дороги. У будь-якому випадку такі матеріали укладають на суху і вирівняну основу з подальшим утрамбуванням котками.

Для лісових доріг у більшості випадків укладають гравійні шари завтовшки до 30 см (гранулометричним складом до 60 мм).

В процесі подальшої технічної експлуатації для дорожнього полотна

лісової автодороги головним пріоритетом є збереження його сухості. З цією метою біля низьких насипів (висотою до 0,6 м) прокладають бічні канали, які збирають стічні води і направляють їх вниз по схилу (технічно це реалізують за допомогою поперечних каналів або водопропускних труб). Замість рівномірного розміщення водопропускних труб набагато краще розміщувати їх там, де рельєф місцевості утворює т. зв. “канали” для можливого відведення води. Водопропускні труби необхідно захистити від зворотної ерозії та ерозії суміжного насипу (особливо біля вихідного оголовка). Якщо ґрунтова основа характеризується високою вологістю, для збереження сухості дорожнього полотна варто закладати дренаж (з використанням великих блоків). Для запобігання замуленню дренажних матеріалів укладають геотекстильні прошарки.

1.5 Заходи з охорони праці

Розробка лісосіки лісозаготівельним підприємством проводиться відповідно до попередньо виписаних лісорубного квитка і розпорядження ліснику та попередньо затвердженої технологічної карти. Перед складанням карти технологічного процесу проводиться обстеження лісосіки лісничим та майстром, визначаються обсяги робіт, які згідно з вимогами безпеки необхідно передбачити та виконати в процесі розробки. Карта затверджується після виконання підготовчих робіт та затвердження акту готовності лісосіки до розробки.

Розробка лісосіки проводиться лісозаготівельною бригадою в кількості 4 осіб, зокрема: бригадир – 1 особа, звалювальник – 1 особа, тракторист – 1 особа, чокерувальник – 1 особа, а також із залученням додатково одного допоміжного робітника.

Лісозаготівельні роботи проводяться по окремих пасіках. Звалювання дерев проводиться бензомоторними пилами фірми Stihl MS 363, трелювання деревини (лісоматеріалів) на верхній склад здійснюється по нарізаних волоках лісгосподарським трелювальним трактором LKT 150 або кіньми з розкрязуванням стовбурів на окремі сортименти. Навантаження і вивезення

лісоматеріалів проводиться в сортиментах лісовозними автомобілями ЗиЛ-131, Урал-4320, КамАЗ-4310, що обладнані гідроманіпуляторами. Очистка лісосіки здійснюється одночасно із проведенням лісозаготівельних робіт із складанням порубочних решток у купи.

Після закінчення лісозаготівельних робіт у 10-денний термін складається акт огляду місць рубок, де вказується площа, що зрубана, вихід деревини з ділянки, збереження підросту, молодняка та насінників, якість очистки лісосіки.

Відповідальний за стан охорони праці є керівник лісогосподарського підприємства. Безпосередню відповідальність за організацію охорони праці, стан охорони праці та цивільного захисту на підприємстві є головний спеціаліст по охороні праці та цивільному захисту.

Керівник підприємства, головний спеціаліст з охорони праці та цивільного захисту й інші головні спеціалісти регулярно проходили навчання та перевірку знань з питань охорони праці та цивільного захисту в Українському центрі підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації кадрів лісового господарства та навчальних підрозділах Державної служби України з питань праці.

Не менше одного разу в місяць на лісозаготівельному підприємстві комісією в складі директора та керівника профспілкової організації, а також головного лісничого, лісничих проводиться оперативний контроль III ступеня. Результати контролю та пропозиції щодо усунення недоліків заносять в спеціальний журнал. Щотижня керівники підрозділів проводять оперативний контроль II ступеня із занесенням відповідних даних в спеціальний журнал. Оперативний контроль I ступеня проводять щоденно із відповідним занесенням даних в журнал оперативного контролю.

На підприємстві при прийнятті на роботу з працівниками проводиться вступний інструктаж. При виявленні порушення чи отриманні даних про нещасні випадки або результати оперативного контролю на інших виробничих підрозділах або підприємствах галузі проводиться позачерговий інструктаж. При окремих видах робіт інструктаж проводиться безпосередньо на робочому

місці. При прийнятті на роботу робітника цей робітник проходить стажування під наглядом майстра або досвідченого працівника. Результати інструктажів заносять в спеціальні журнали відповідальні посадові особи.

На лісозаготівельному підприємстві розроблено посадові інструкції на всіх посадових осіб. Також розроблено близько 40 інструкцій на всі види робіт, що проводяться на підприємстві. Також є в наявності план мобілізації сил та засобів на випадок виникнення надзвичайних ситуацій в межах підприємства, погоджений з відповідними регіональними службами.

Завдяки заходам, що проводяться по запобіганню виробничого травматизму та нещасним випадкам з часу утворення лісозаготівельного підприємства на ньому не зареєстровано жодного нещасного випадку з смертельним наслідком.

Безпосереднім організатором робіт щодо охорони лісів від пожеж є провідний спеціаліст по охороні лісу. В межах лісогосподарських підрозділів добре налагоджена робота по боротьбі з лісовими пожежами.

Так у надлісництві і в лісництвах щорічно складають мобілізаційний план по залученню сил у разі виникнення лісових пожеж, на підставі яких складають загальний по лісогосподарському підприємству мобілізаційний план. Цей документ узгоджується з Державною службою України з надзвичайних ситуацій, Штабом з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій при обласній військовій (державній) адміністрації.

Згідно з мобілізаційним планом на поточний рік на підприємстві організовано 43 пункти протипожежного забезпечення, на яких зосереджено близько 1173 одиниці протипожежного інвентаря: бочки для води, багри, мотики, сокири, бензопили, лопати совкові та штикові, вогнегасники тощо.

В пожежонебезпечний період в лісництвах та конторі надлісництва цілодобово чергують чергові, що виконують свої функції згідно з затвердженою керівником інструкції про дії чергового під час цілодобового чергування та у разі виникнення надзвичайних ситуацій (пожеж, повеней, ситуацій техногенного характеру тощо).

Щорічно лісогосподарським підприємством здійснюються наступні організаційно-технічні заходи:

- участь в розробленні проекту розпорядження голови обласної військової (державної) адміністрації “Про протипожежні заходи в лісах, які входять в адміністративні поділи районів”;
- підготовка наказу “Про стан охорони лісів від пожеж та своєчасну підготовку лісництв до пожежонебезпечного періоду”;
- атестація працівників лісової охорони щодо знання “Правил пожежної безпеки в лісах України”;
- у всіх лісництвах поновлюються і затверджуються маршрути патрулювання по лісових обходах і для пожежних сторожів;
- періодично в засобах масової інформації працівниками лісогосподарського підприємства проводяться виступи на протипожежну тематику, подаються оголошення та довідкова інформація щодо дотримання правил пожежної безпеки в лісах.

1.6 Заходи з охорони навколишнього середовища

Під час проведення лісозаготівлі та вивезення лісоматеріалів обов’язково необхідно передбачити реалізацію ряду заходів з охорони навколишнього середовища, зокрема заходів для мінімізації ерозії ґрунту, захисту водних ресурсів, збереження біорізноманіття, відповідно до вимог Лісового кодексу України, рекомендацій ДП “Ліси України”, нормативів Державного агентства лісових ресурсів України з фокусом на проблематику наближеного до природи лісівництва.

Перед початком проведення лісозаготівлі необхідно виконати оцінку її впливу на навколишнє середовище (ОВНС), визначити буферні зони біля водотоків, культурних об’єктів та наявних біотопів. Планувати лісотранспортну мережу трельовальних волоків необхідно за ландшафтно-водозбірним принципом, уникаючи перетину стрімких схилів і мінімізуючи порушення ґрунтового покриву.

Під час проведення рубок та трелювання лісоматеріалів варто використовувати “природозберігаючу” техніку, зокрема колісні трактори з лебідками, форвардери чи за потреби канатні установки для зменшення ущільнення ґрунтів.

В цілому рубки є забороненими в пралісах, на стрімких схилах і біля водоохоронних зон. Також в процесі лісозаготівлі необхідно максимально можливо зберігати підріст, насінневі дерева та уникати пошкодження решти деревостанів.

Під час облаштування волоків і доріг поряд з ними треба споруджувати перехоплювальні бар'єри для відведення поверхневих вод, влаштовувати переходи через потоки з водопропускними спорудами, обмежувати інтенсивний рух лісотранспортних засобів пасічними волоками, унеможливити забруднення поливо-мастильними матеріалами та мулом прилеглих водотоків.

При вивезенні лісоматеріалів, оформивши товарно-транспортну накладну при перевезенні деревини автомобільним транспортом (ТТН-ліс) в електронному кабінеті відповідальною особою лісокористувача, у встановлені строки деревину вивозять до складів поблизу лісових доріг (до 3-5 місяців), використовують автотранспорт з контролем максимального навантаження, уникаючи при цьому перевантаження доріг й створення передумов для ерозії ґрунтових покриттів.

Як післязаготівельні заходи у виробничій практиці варто ліквідувати волоки, стабілізувати ґрунти, прибирають порубкові рештки, сприяти процесам лісовідновлення, проводити моніторинг стану лісових екосистем, складати звіти щодо дотримання норм сталого лісокористування.

2 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БУДУВАННЯ ПОСТІЙНОЇ ЛІСОВОЇ ДОРОГИ

2.1 Технічні нормативи проектування верхньої та нижньої будов лісової піщано-гравійної дороги

Запроектована дорожня інфраструктура уможливить транспортування лісоматеріалів з численних лісових угідь лісогосподарського підприємства, сприяючи створенню оптимальних умов для сталого лісокористування та ефективного лісопромислового виробництва.

Проектована траса лісової піщано-гравійної дороги переважно матиме північний та північно-східний напрямок, що зумовлено особливостями місцевого рельєфу та дислокацією лісових масивів. З урахуванням її географічного розташування, очікуваного проектного вантажообігу та прогнозованої інтенсивності транспортних потоків, зазначена автодорога класифікується як відомча магістраль IV-ЛІ категорії [7, с. 58], споруджування для потреб лісозаготівлі й лісової промисловості.

Умови проектування для даної лісової піщано-гравійної дороги відповідають специфіці горбистого ландшафту. При розробці проектних рішень застосуємо наявні технічні нормативи та стандарти для проектування дорожніх споруд, основні з яких зведено у табл. А.1.

Відповідно до характеру та інтенсивності зволоження локальної місцевості, а також умов поверхневого стоку, ділянка траси проекрованої лісової дороги віднесена до 2-го типу [8, табл. 2.2]. Згідно з дорожньо-кліматичним районуванням української території та її природними умовами, аналізована будівельна ділянка є у III дорожньо-кліматичній зоні [8, рис. 2.10] та, за додатковим дорожнім кліматичним районуванням українських територій, у центральній зоні У-2 [9, с. 106].

Результати проведених польових досліджень свідчать, що ґрунтові води на ділянці будівництва лісової піщано-гравійної дороги не справляють суттєвого впливу на процес зволоження ґрунтів земляного полотна, оскільки їхнє залягання фіксується значно нижче поверхні землі (на глибині понад 0,6 м [4, с.

131]).

2.2 Особливості розміщення траси автодороги у лісовому масиві

Під час обґрунтування проєктних показників для лісової дороги, ключові технічні нормативи її будівництва встановлюємо згідно з вимогами [7].

В цілому маршрут лісової піщано-гравійної автомобільної дороги пролягає через території Гребенівського лісництва, що належить Сколівському надлісництву філії “Карпатський лісовий офіс” ДП “Ліси України”. Зазначена лісова автомагістраль інтегрується з трасою наявної місцевої автомобільної дороги, яку прокладено до урочища “Кар’єр”. Кінцевий пункт цього маршруту локалізований на межі 3-го та 4-го кварталів Гребенівського лісництва. Траса прокладеної дороги проходить крізь лісові угіддя, класифіковані за II групою лісів, що мають лісоексплуатаційне значення й обмежене використання. При влаштуванні просіки видалення плюсових дерев не здійснюватиметься .

Для можливості спорудження та забезпечення подальшого технічного обслуговування лісової піщано-гравійної автомобільної дороги заплановано як постійне, так і тимчасове виділення земельних ділянок. Межі постійного виділення землі встановлені на відстані 1 м від зовнішньої межі крайки водовідвідної канави чи схилу виїмки, розташування якої варіюється залежно від висоти насипання чи глибини укладання земляного полотна.

2.3 Проєктування плану траси лісової піщано-гравійної дороги

Визначення оптимальної траєкторії дорожньої траси базується на комплексному аналізі ряду факторів. До них, зокрема, належать: особливості розташування лісових масивів, прогнозовані обсяги лісогосподарських робіт та лісокористування, рельєф і топографічні характеристики, інженерно-геологічні та гідрологічні умови, наявність існуючої мережі для первинного вивезення лісоматеріалів, а також заплановані мережі прокладання автомобільних шляхів в суміжному лісовому фонді Національного природного парку “Сколівські Бескиди”.

Ключові параметри планування споруджуваної траси включають такі показники: загальна протяжність траси – 1,118 км, кількість горизонтальних поворотів – 18 од., найменший радіус горизонтальних кривих – 30 м, найменша дистанція для забезпечення видимості дорожнього покриття – 30 м, мінімальна дистанція для забезпечення видимості лісотранспортних засобів – 60 м.

Для фіксації геометрії траси на місцевості здійснюють закріплення ключових точок, зокрема у горизонтальній площині початок, кінець та вершини кутів повороту позначають стовпчиками, а у вертикальній площині для прив'язки використовують репери.

Щоб забезпечити безпеку дорожнього руху на характерних ділянках зміни напрямку траси лісової піщано-гравійної дороги, її прями відрізки з'єднують шляхом заокруглень у виді колових кривих плану (рис. 2.1).

Для розробки проектної документації плану траси лісової піщано-гравійної автомобільної дороги здійснимо обчислення наступних елементів кругових кривих: тангенсу T , протяжності кривої плану K , величини бісектриси B , доміру D , а також позначення початку колової кривої PK та кінця колової кривої KK :

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}, \quad (2.1)$$

де R - величина радіуса кривої плану, м, $R \geq [R_{\min}]$ (табл. А.1);

α - кут горизонтального повороту осі траси, град;

$$K = \frac{\pi \cdot R \cdot \alpha}{180^\circ}; \quad (2.2)$$

$$B = R \left(\left(1 / \cos \frac{\alpha}{2} \right) - 1 \right); \quad (2.3)$$

$$D = 2T - K; \quad (2.4)$$

$$ПК = ВКП - T, \quad (2.5)$$

де $ВКП$ - кілометраж пікету та плюсової точки, що відповідає вершині кута повороту лісової піщано-гравійної автомобільної дороги, м.

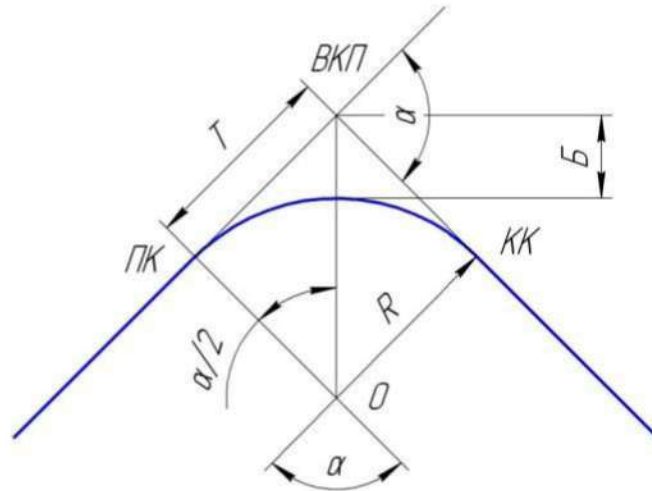


Рисунок 2.1 – Заокруглення у виді колової кривої плану на трасі лісової піщано-гравійної дороги

2.4 Проектування профілю траси лісової піщано-гравійної дороги

При розробці поздовжнього профілю дорожнього полотна проводять комплексний аналіз інженерно-геологічних, ситуаційних та топографічних умов. При цьому враховують такі чинники: можливість розміщення земляного полотна на ділянках зі стрімкими ухилами, реперні відмітки штучних інженерних споруд, вимоги до безпеки руху великотоннажних лісотранспортних засобів, намагання мінімізувати обсяги земляних робіт, а також необхідність забезпечити загальну стійкість лісодорожніх конструкцій.

Проектні висотні відмітки на поздовжньому профілі траси лісової піщано-гравійної дороги відповідають верхньому рівню дорожнього одягу по рівню крайки ґрунтового полотна.

Основними технічними параметрами побудованого профілю лісової автодороги є такі: найбільший ухил при русі лісовоза з вантажем – 100‰, найбільший ухил при русі лісовоза без вантажу – 80‰, найменший інтервал проектування – 55 м, найменші радіуси вертикальних випуклих заокруглень –

1 км, найменші радіуси вертикальних увігнутих заокруглень – 0,8 км.

Необхідний рівень видимості на переломах профілю досягнуто шляхом проектування вертикальних кривих, що сполучають ділянки з різницею ухилів 15‰ і більше. Ключові технічні нормативи, застосовані при проектуванні поздовжнього профілю траси лісової піщано-гравійної дороги представлені в табл. А.1 і А2.

2.5 Поперечники ґрунтового полотна лісової дороги

Поперечники ґрунтового полотна лісової дороги сформовані з урахуванням виробничого досвіду і стандартизованих схем, рельєфу місцевості та чинних проектних стандартів.

Поперечники ґрунтового полотна побудовано для насипів до 0,6 м, та насипів від 0,6 до 1,5 м, що формуються з ґрунту виїмок, та для виїмок, ґрунт з яких використовується для прилеглих насипів та кавальєрів. Проектування поперечників ґрунтового полотна лісової дороги виконано для однієї смуги руху з передбаченим облаштуванням роз'їздів у зоні прямої видимості. Ширина ґрунтового полотна здебільшого становить 4,5 м, збільшуючись до 7 м на протяжності роз'їздів. На криволінійних ділянках траси на поперечниках передбачено додаткове розширення, величина якого залежить від радіуса повороту. Ухили укосів насипів, виїмок та елементів водовідведення визначено згідно з вхідними даними, наведеними у табл. А.1.

З метою організації ефективного дорожнього водовідведення з дорожнього полотна лісової дороги в конструкціях його поперечників передбачено формування поздовжніх каналів біля насипів та кюветів у виїмках. Уздовж насипів з висотою укосу до 0,6 м спроектовано канали трапецієподібного перетину з шириною по дну 0,4 м та глибиною 0,6 м. У всіх виїмках спроектовано кювети аналогічного перетину, але з глибиною 0,8 м згідно з встановленими вимогами [7, табл. 18].

Відкоси земляного полотна в зоні розташування водопропускних штучних споруд проектуємо укріпляти кам'яною кладкою із застосуванням каменю фракції 30 см і більше.

2.6 Поперечники дорожнього покриття лісової дороги

Обґрунтування конструкції та геометричних параметрів дорожнього одягу, а також добір відповідних будівельних матеріалів, здійснюємо на основі аналізу проектного вантажообігу, обраного типу лісовозного транспорту, а також шляхом порівняння наявних альтернативних техніко-економічних обґрунтувань. При цьому враховуємо інтенсивність руху лісотransпортних засобів, фізико-механічні характеристики місцевих ґрунтів, режим зволоження місцевості, регіональну приналежність до певної дорожньо-кліматичної зони та розрахунковий строк служби дороги лісової піщано-гравійної дороги.

Згідно з проведеними польовими дослідженнями можна стверджувати, що у зоні будівництва переважають місцеві суглинисті ґрунти, що загалом є придатними для формування основи ґрунтового полотна. Оскільки ці ґрунти в свої сукупності класифікують як недренуючі, то конструкцію дорожнього полотна влаштовуватимемо двошаровою з нижнім (підстильним) шаром із середньозернистого піску та верхнім шаром (шаром покриття) – із піщано-гравійної суміші. Поперечний профіль дорожнього одягу виконаємо серповидним, що зумовлено обмеженими умовами й невеликою шириною узбіччя, яка становить 0,5 м.

Враховуючи низьку інтенсивність руху лісового транспорту на даній гірській ділянці лісової транспортної мережі, товщину шарів дорожнього покриття встановлюємо мінімальною, виходячи з наявних технологічних вимог згідно з даними [5, табл. 2.1], зокрема для підстильного піщаного шару – 15 см, для піщано-гравійного шару покриття – також 15 см [9].

2.7 Організаційні та технологічні аспекти дорожнього будівництва

Проектними заходами передбачено реалізацію двох ключових груп робіт у процесі дорожнього будівництва – підготовчих та основних етапів.

Перелік підготовчих заходів охоплює відновлення та фіксацію осі траси на місцевості, розчистку просіки з викорчовуванням пнів зрізаних дерев, очистку відведеної дорожньої смуги, видалення рослинних решток і верхнього

родючого шару ґрунту, розпушення переушільнених ділянок ґрунту з кам'яними включеннями, розмітку ґрунтового полотна.

Перелік основних заходів охоплює зведення малих штучних споруд для пропуску води, укладання ґрунтового полотна, укладання дорожнього покриття.

Вважаємо за доцільне організувати процес зведення ділянки лісової піщано-гравійної дороги з використанням методу спецпотоків, що є найбільш раціональним для конструкції і цільового призначення лісових шляхів. Найменування зазначених спецпотоків аналогічне з вищеописаними категоріями основних технологічних операцій.

2.8 Підготовчі заходи й технологічні операції

Процес відновлення та фіксації осі лісової піщано-гравійної дороги передбачає позначення кілками та віхами характерних точок проектного плану на місцевості. Вісь дорожнього полотна потрібно розмічати з відповідною точністю. Пікети, точки зміни напрямку траси (вершини кутів повороту) та кілометрові позначки фіксують вздовж осі лісової дороги за допомогою кілків. Поза межами відведеної смуги встановлюють дублюючі знаки (повторювачі), що містять інформацію про їхнє призначення та віддаленість від центральної осі лісового шляху.

Детальну розбивку кругових і перехідних кривих здійснюють в польових умовах із залученням допоміжних інструментів і геодезичних приладів.

Виконання вказаних робіт здійснює бригада чисельністю п'ять осіб, котра протягом однієї робочої зміни спроможна виконати завдання на ділянці лісової дороги завдовжки до 400 м [8, с. 178].

Трудові витрати, необхідні для реалізації цих робіт, розраховуємо за формулою

$$T_6 = \frac{V}{H} \cdot L, \quad (2.6)$$

де V - загальний обсяг робіт, що підлягають виконанню, м; згідно з даними поздовжнього профілю $V=1118$ м ;

H - норма виконання робіт для усієї бригади, м/зм; $H=400$ м/зм [8, с. 178];

L - чисельність працівників у складі бригади, осіб; $L=5$ осіб [8, с. 179].

Тривалість виконання робіт (у днях)

$$t = \frac{T_e}{L}. \quad (2.7)$$

Отримані розрахункові результати заокруглюємо до цілого числа в бік збільшення та узагальнюємо їх в табл. 2.1.

$$T_e = \frac{1118}{400} \cdot 4 = 13,9 \cong 14 \text{ люд-днів.}$$

$$t = \frac{14}{5} = 2,8.$$

В результаті тривалість виконання робіт становитиме 3 дні.

Проведення розрубки просіки здійснюється по всій ширині відведеної смуги та на суміжних ділянках, покритих лісом. Розрубка просіки виконується бригадою з п'яти осіб відповідно до вимог, регламентованих для лісосічних робіт. Бригада оснащена необхідним технологічним устаткуванням, зокрема ланцюговими бензомоторними пилами (Stihl MS 363), трелювальним трактором (ЛКТ 150), ручними сокирами та ін. Під час проведення технологічних операцій бригада здійснює валку дерев, обрізання та обрубкування гілок, а також трелювання лісоматеріалів за межі просіки.

Для ділянок, де передбачається улаштування дорожніх насипів висотою 0,5-1 м, дерева зрізують на рівні ґрунту. На решті ділянок прорубуваної смуги валку дерев проводять з дотриманням вимог лісозаготівлі.

Обсяг лісоматеріалів, що підлягають заготівлі в межах просіки, визначимо

за формулою

$$V_p = S_p \cdot q, \quad (2.8)$$

де S_p - площа, на якій передбачено рубання дерев, га;

q - запас лісоматеріалів на відповідній площі, $m^3/га$; згідно з даними лісогосподарського підприємства $q = 309 m^3/га$.

$$S_p = B_p \cdot L_p \cdot 10^{-4}, \quad (2.9)$$

де L_p - довжина лінійної розчистки, м; згідно з даними, наведеними на поздовжньому профілі $V=1118 м$.

$$S_p = 15 \cdot 1118 \cdot 10^{-4} = 1,68 га;$$

$$V_p = 1,68 \cdot 309 = 519,12 m^3.$$

Визначимо трудові витрат на розчистку просіки

$$T_e = \frac{V_p}{\Pi_{зм}}, \quad (2.10)$$

де $\Pi_{зм}$ – показник виробітку лісозаготівельної бригади, що становить $\Pi_{зм} = 40 m^3/зм$ відповідно до [8, с. 179].

$$T_e = \frac{519,12}{40} = 12,97 маш-зм.$$

Час виконання технологічної операції розчистки просіки комплексною

бригадою, що базується на використанні однієї бензопили

$$t = \frac{T}{M}, \quad (2.11)$$

де M - кількість одиниць базової механізації; $M = 1$ шт.

$$t = \frac{12,097}{1} = 12,97 \text{ днів.}$$

В результаті тривалість виконання робіт становитиме 13 днів.

Операції з корчування пнів дерев передбачаються на ділянках лісової дороги з насипами висотою до 0,5 м, а також у зонах розробки природного ґрунту, зокрема у виїмках, резервах та канавах. Для виконання зазначених робіт планується застосовувати корчувальник пнів Terosa КК 900 (рис. 2.2), середній змінний виробіток якого становить 250 шт/зм [8, с. 179].



Рисунок 2.2 – Спеціалізована екскаваторно-корчувальна техніка для розкорчовки пнів дерев

Розрахунок обсягу робіт з корчування пнів дерев виконаємо за формулою

$$V_k = N_1 \cdot S_k, \quad (2.12)$$

де S_k - площа території розкорчовки пнів дерев, га;

N_1 - показник кількості пнів на одному гектарі території розкорчовки пнів дерев; $N_1 = 320$ шт [8, табл.5.1].

$$S_k = B_k \cdot L_k \cdot 10^{-4}, \quad (2.13)$$

де B_k, L_k - ширина та довжина території розкорчовки пнів дерев, м.

Приймаємо рішення про необхідність розкорчовки пнів дерев на смузі завширшки 11 м вздовж траси лісової автодороги протяжністю 1118 м.

$$S_k = 11 \cdot 1118 \cdot 10^{-4} = 1,23 \text{ га};$$

$$V_k = 320 \cdot 1,23 = 393,6 \approx 394 \text{ шт.}$$

Розрахунок трудових витрат на виконання робіт з розкорчовки пнів дерев

$$T_6 = \frac{V_k}{\Pi_{зм}}, \quad (2.14)$$

де V_k - число розкорчовуваних пнів дерев, шт;

$\Pi_{зм}$ - показник змінної продуктивності корчувальника пнів Terosa КК 900, шт/зм.

$$T_6 = \frac{394}{250} = 1,58 \text{ маш-змін.}$$

Таким чином, тривалість виконання робіт з розкорчовки пнів дерев із

застосуванням одного корчувальник пнів Terosa КК 900 складе 2 календарні дні.

Після здійснення первинної розчистки просіки та видалення пнів, ділянка смуги відведення підлягає очищенню від деревинних залишків, корневих систем дерев та великих кам'яних включень. Для виконання цих робіт передбачається залучення спеціалізованої землерийно-транспортної техніки, зокрема бульдозера моделі Caterpillar D6К (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Спеціалізована бульдозерна техніка для розчистки просіки, очищення від деревинних залишків, корневих систем дерев та великих кам'яних включень

Наступним етапом, після завершення очистки смуги відводу, є зняття ґрунтово-рослинного шару. Ця операція проводиться по всій протяжності проєктованої лісової автодороги, охоплюючи повну ширину смуги відводу, за винятком двох крайніх смуг завширшки 1,5 м кожна.

Отже, сукупний обсяг робіт, що підлягають виконанню на всіх ділянках з очистки смуги відводу й прибирання рослинного шару становитиме

$$S_{pz} = L \cdot (b_{cm} + b_3) \cdot 10^{-4}, \quad (2.15)$$

де L - загальна протяжність траси лісової автодороги, м;

$b_{см}$ - протяжність смуги відводу землі, м;

b_3 - протяжність смуги прибирання рослинного шару, м; $b_3 = 12$ м.

$$S_{pz} = 1118 \cdot (15 + 12) \cdot 10^{-4} = 3,02 \text{ га.}$$

Трудомісткість виконання робіт з очистки смуги відводу й прибирання рослинного шару

$$T = \frac{S_{pz}}{P_{зм}}, \quad (2.16)$$

де $P_{зм}$ - змінна продуктивність бульдозера Caterpillar D6K при виконанні комплексу робіт з очистки смуги відводу та прибирання рослинного шару, га/зміну; $P_{зм} = 4$ га/зміну [8, с. 179].

$$T = \frac{3,02}{4} = 0,76 \text{ маш-змін.}$$

У підсумку строк виконання технологічної операції з очистки смуги відводу та прибирання рослинного шару бульдозером Caterpillar D6K становитиме 1 день.

З метою кращого функціонування застосовуваних землерійно-транспортних машин, передбачається проведення розпушування природного ґрунту в зонах розташування виїмок, бічних резервів та канав. При цьому приймаємо середню протяжність смуги розпушення ґрунту рівною 7 м. У такому разі, площа розпушення місцевого ґрунту буде рівна

$$S_{pn} = L \cdot b_{pn} \cdot 10^{-4}, \quad (2.17)$$

де b_{pn} - протяжність смуги розпушення ґрунту, м; $b_{pn} = 7$ м.

$$S_{pn} = 1118 \cdot 7 \cdot 10^{-4} = 0,78 \text{ га.}$$

Трудомісткість технологічної операції з розпушення місцевого ґрунту розрахуємо за формулою

$$T_6 = \frac{S_{pn}}{\Pi_{pn}}, \quad (2.18)$$

де Π_{pn} - продуктивність спеціалізованого навісного обладнання на Caterpillar D6К для розпушення місцевого ґрунту (рис. 2.4), га/зм ; $\Pi_{pn} = 2 \text{ га/зм}$ [8, с. 179].



Рисунок 2.4 – Спеціалізована навісне обладнання на Caterpillar D6К для розпушення місцевого ґрунту

$$T_6 = \frac{0,78}{2} = 0,39 \text{ маш-зміни.}$$

Строк виконання технологічної операції з розпушення місцевого ґрунту однією одиницею спеціалізованого навісного обладнання на Caterpillar D6К

складатиме один день.

Процес розбивки дорожнього полотна включає точне маркування за допомогою кілків границь дорожніх водовідвідних споруд та виїмок. Крім того, з використанням висотних реперів позначаються висотні відмітки брівок насипів, а за допомогою укісних шаблонів – задається стрімкість укосів як насипів, так і виїмок. Виконання даних робіт заплановано бригадою у складі чотирьох осіб, яка раніше здійснювала відновлення та фіксацію осі лісової дороги. Норми виробітку, показники трудомісткості та строки виконання технологічних операцій для цієї фази робіт є ідентичними аналогічному першому етапу. Зведені відомості обчислень параметрів всіх підготовчих робіт представлено в табл. 2.1.

2.9 Заходи й технологічні операції зі спорудження дорожнього полотна

З метою оптимізації процесу формування дорожнього полотна здійснимо розподіл ґрунтових мас. Як критерії розподілу ґрунтових мас використаємо методи розробки та транспортування ґрунту, відстані переміщення, а також типи використовуваної будівельної техніки та інші технологічні чинники.

Враховуючи придатність місцевого ґрунту для створення дорожнього полотна, а також результати аналізу об'ємів ґрунтових робіт за профільними характеристиками споруджуваної дорожньої ділянки, найбільш доцільним методом визначено розробку ґрунту із залученням бульдозерної техніки у виїмках, з подальшим поздовжнім транспортуванням його у насипні інженерні конструкції або поперечним переміщенням у відвал. Віддалі для поздовжнього транспортування розроблених ґрунтів з виїмок у насипні ділянки та для поперечного переміщення у відвали визначено на підставі аналізу параметрів поздовжнього профілю лісової автодороги. Вибір машин та механізмів для впровадження на цих роботах здійснено відповідно до встановлених відстаней переміщення ґрунтів.

Дані про розподіл ґрунтових мас за обраними способами переміщення та середні відстані їх транспортування представлено в табл. 2.2.

Таблиця 2.1 – Зведена інформація щодо обсягів підготовчих робіт

| Ч. ч. | Технологічні операції | Межі ділянки | | Одиниці виміру | Обсяг робіт | Машина, устаткування, інструмент | Продуктивність, змінна норма виконання робіт | Трудові витрати, люд-днів | Робіт-ників, осіб | Час робіт, днів |
|-------|---|--------------|--------|----------------|-------------|--|--|---------------------------|-------------------|-----------------|
| | | початок | кінець | | | | | | | |
| 1 | Відновлення та фіксація осі лісової дороги | 0+00 | 11+18 | м | 1118 | ручний інструмент, геодезичні прилади | 400 | 13,9 | 5 | 3 |
| 2 | Розрубка просіки | 0+00 | 11+18 | м ² | 519,1 | бензомоторна пила Stihl MS-360, трактор трелювальний LKT 150 | 40 | 12,9 | 1 | 13 |
| 3 | Розкорчовка пнів дерев | 0+00 | 11+18 | шт. | 393,6 | корчувальник пнів Terosa KK 900 | 250 | 1,38 | 1 | 2 |
| 4 | Очистка смуги відводу, прибирання рослинного шару | 0+00 | 11+18 | га | 3,02 | бульдозер Caterpillar D6K | 4 | 0,76 | 1 | 1 |
| 5 | Розпушення місцевого ґрунту | 0+00 | 11+18 | га | 0,78 | корчувальник пнів Terosa KK 900 | 2 | 0,39 | 1 | 1 |
| 6 | Розбивка дорожнього полотна | 0+00 | 11+18 | м | 1118 | ручний інструмент, геодезичні прилади | 400 | 13,9 | 5 | 3 |

Таблиця 2.2 – Зведена інформація щодо розподілення об'ємів ґрунту

| Ч. ч. | Межі ділянки | | Спосіб транспортування ґрунтів | Відстань транспортування ґрунтів, м | Машинна, устатковання, інструмент | Об'єм робіт з транспортування ґрунтів, м ³ | | Виробничий об'єм ґрунту, м ³ |
|-------|--------------|---------|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---|----------|---|
| | початок | кінець | | | | У наспу | у виїмці | |
| 1 | 0 + 00 | 1 + 00 | із виїмки в кавальєр | 20 | бульдозер Caterpillar D6K | – | 464,7 | 464,7 |
| 2 | 1 + 00 | 3 + 23 | із виїмки в насип | 100 | | 353,4 | 353,4 | 353,4 |
| 3 | 3 + 23 | 4 + 40 | із виїмки в насип | 80 | | 327,2 | 327,2 | 327,2 |
| 4 | 4 + 00 | 5 + 27 | із виїмки в кавальєр | 20 | | – | 757,9 | 757,9 |
| 5 | 5 + 27 | 6 + 80 | із виїмки в насип | 100 | | 566,4 | 566,4 | 566,4 |
| 6 | 6 + 80 | 8 + 15 | із виїмки в насип | 80 | | 245,4 | 245,4 | 245,4 |
| 7 | 8 + 15 | 9 + 18 | із виїмки в насип | 60 | | 351 | 351 | 351 |
| 8 | 9 + 18 | 10 + 30 | із виїмки в кавальєр | 20 | | – | 772,2 | 772,2 |
| 9 | 10 + 30 | 11 + 18 | із виїмки в насип | 60 | | 178 | 201,2 | 201,2 |

З метою обґрунтування технологічних рішень щодо виконання робіт та визначення кількості конструктивних шарів у дорожньому полотні, розрахуємо середню висоту насипу, формованого кожним з обраних методів переміщення місцевих ґрунтів, за допомогою формули

$$H_{ci} = \frac{-B + \sqrt{B^2 + 4 \cdot m_c \cdot \left(\frac{V_i}{l_i} - a\right)}}{2 \cdot m_c}, \quad (2.19)$$

де V_i, l_i – відповідно, об'єми окремих насипних ділянок лісової дороги (m^3), створених певним методом, та їхня відповідна довжина (m).

Під час будівництва насипів із ґрунтів суміжних виїмок, середня висота цих насипів становитиме

$$H_{cp} = \frac{-4,5 + \sqrt{4,5^2 + 4 \cdot 2,25 \cdot \left(\frac{2021,4}{666} - 0,12\right)}}{2 \cdot 2,25} = 0,51 \text{ м.}$$

Формування дорожнього полотна передбачає виконання таких будівельних операцій:

1) розробка місцевих ґрунтів в межах виїмки бульдозерною технікою, їх подальше поздовжнє переміщення та пошарове укладання до насипу (товщиною 25 см) за допомогою бульдозера Caterpillar D6K, або ж бокове транспортування до відвалу;

2) поетапне планування й профілювання основи дорожнього полотна із місцевих ґрунтів з залученням автогрейдерної техніки ДЗ 122;

3) пошарове ущільнення ґрунтових шарів із застосуванням котка Bomag BW164AD.

Обсяг необхідних машин для будування дорожнього полотна підбираємо за результатом аналізу їх розрахункової продуктивності. Продуктивність

спеціалізованої машини для кожної окремої технологічної операції встановлюємо на підставі наявних профільних рекомендацій або шляхом індивідуального розрахунку.

Величина продуктивності бульдозера Caterpillar D6K для різних відстаней транспортування ґрунту представлена у табл. 2.3 відповідно до рекомендацій [4, табл. 55].

Розрахунок продуктивності автогрейдера ДЗ 122 (рис. 2.5) здійснюється згідно з формулою

$$П = \left(\frac{T \cdot K_6}{2 \cdot n} - t_{nv} \right) \cdot V_p, \quad (2.20)$$

де T - змінний фонд робочого часу, год;

K_6 - коефіцієнт ефективності організування роботи автогрейдера ДЗ 122; $K_6 = 0,8$ [8, с. 187];

n - кількість необхідних проходів автогрейдера ДЗ 122 вздовж однієї сторони дорожнього полотна для забезпечення заданої форми поперечника; $n = 6$ [8, с. 187];

t_{nv} - час, що витрачається на розвороти автогрейдера ДЗ 122 на кінцях робочого ходу; $t_{nv} = 0,01$ год [8, с. 187];

V_p - швидкість руху автогрейдера ДЗ 122, яку приймаємо за технологічними міркуваннями на рівні $V_p = 2,65$ км/год [8, с. 187].

$$П = \left(\frac{8 \cdot 0,8}{2 \cdot 6} - 0,01 \right) \cdot 2,65 = 1,36 \text{ км / зміну.}$$

Продуктивність ущільнювальної техніки визначаємо на основі галузевих рекомендацій, що враховують його марку та тип ущільнювального ґрунту. Для даних локальних умов обрано коток Bomag BW164AD зі змінною продуктивністю роботи $П = 630 \text{ м}^3/\text{зміну}$ [8, табл. 5.10].

Продовження таблиці 2.3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|---|-------|-------|--|----------------|---------------------------------|------|-------|------|----|----|--------|------|
| 1 | 10+30 | 11+18 | транспортування із виймки до насипу | м ³ | бульдозер Caterpillar D6K | 280 | 201,2 | 0,71 | | | | |
| | | | - | | | 4039 | 14,75 | | | | | |
| | Разом | | | | | | | | | | | |
| 2 | 00+0 | 11+18 | планування й профілювання місцевого ґрунту (пошарово) | км | автогрейдер ДЗ 122 | 1,36 | 1,72 | 1,27 | 1 | 2 | 107,69 | 0,08 |
| 3 | 0+00 | 11+18 | ущільнення місцевого ґрунту (пошарово) | м ³ | коток Вomag BW164AD | 630 | 4039 | 6,4 | 1 | 7 | 252,89 | 0,4 |

Загалом провідною машиною при формуванні дорожнього полотна призначаємо бульдозер Caterpillar D6K.



Рисунок 2.5 – Спеціалізований автогрейдер ДЗ 122 для поетапного планування й профілювання основи дорожнього полотна із місцевих ґрунтів

Визначення довжини робочої ділянки (гону) здійснюється на основі тривалості технічної експлуатації провідного технологічного устаткування із застосуванням формули

$$l_z = \frac{l_c}{t}, \quad (2.21)$$

де l_c - сумарна протяжність ділянок дорожнього полотна, які буде провідне технологічне устаткування; $l_c = 1118$ м;

t - час виконання дорожніх робіт бульдозером Caterpillar D6K, який згідно з даними табл. 2.3 становить $t = 15$ днів.

$$l_z = \frac{1118}{15} = 74,5 \text{ м.}$$

Приймемо остаточну довжину робочої ділянки (гону) на спорудженні дорожнього полотна $l_2 = 70$ м.

Обсяг робіт, які потрібно виконати на визначеній довжині робочої ділянки, розраховуємо за допомогою формули

$$l_2 = \frac{V \cdot l_2}{l}, \quad (2.22)$$

де V - сукупний обсяг робіт, що належить до певної технологічної операції.

Підсумкові дані обчислень щодо будування дорожнього полотна узагальнені в табл. 2.3.

До початку спорудження покриття лісової дороги дорожнє полотно повинно бути повністю завершене, якісно спрофільоване та ретельно сплановане. Також воно має відповідати нормативним вимогам, викладеним у [10].

Перелік ключових показників, що підлягають контролю на етапі прийому дорожнього полотна, а також можливі відхилення цих показників від проєктних параметрів викладені у табл. А. 3.

2.10 Будівництво дорожнього одягу

Технологічний процес влаштування двошарової дорожньої конструкції верхньої будови серпоподібного поперечного профілю, яка включає піщано-гравійне покриття з підстильним шаром із середньозернистого піску, передбачає послідовне виконання таких технологічних робіт:

1. Видобуток піску з кар'єру та його завантаження на самоскидний автотранспорт.
2. Транспортування піску з кар'єру до місця укладання та його вивантаження у відвали вздовж осі ґрунтового полотна.
3. Розрівнювання та формування шару піску за допомогою автогрейдера.
4. Дощування піщаного шару до оптимальної вологості.

5. Ущільнення основи з піску за допомогою котка легкої конструкції.
6. Завантаження піщано-гравійної суміші на самоскидний автотранспорт.
7. Перевезення піщано-гравійної суміші та її вивантаження частинами по осі траси.
8. Розрівнювання, планування та формування проєктного профілю піщано-гравійної суміші за допомогою автогрейдера.
9. Попереднє ущільнення шару піщано-гравійної суміші котком легкої конструкції.
10. Доставка води та дощування суміші до необхідного рівня.
11. Фінальне ущільнення суміші з використанням котка середньої конструкції.
12. Контроль рівності та відповідності поперечного профілю покриття проєктним вимогам з подальшим усуненням виявлених недоліків.

Загальну товщину дорожнього одягу, виміряну по крайці ґрунтового полотна, розрахуємо за такою формулою

$$h_o = h - \frac{B}{2} \cdot (i_{oo} - i_{zn}) , \quad (2.23)$$

де B - ширина верхньої частини дорожнього покриття, м; $B = 4,5$ м [табл. А.1];

i_{oo}, i_{zn} - поперечний ухил для проїзної частини й ґрунтового полотна, представлений у десятковому форматі;

h - товщина дорожнього покриття по його центру, м.

$$h_o = 30 - \frac{450}{2} \cdot (0,05 - 0,03) = 25,5 \text{ см} .$$

Ширину ґрунтового полотна в його нижній частині під дорожнім покриттям, з урахуванням необхідної ширини для формування бічного укосу з обох боків, визначимо за наступною залежністю

$$B' = B + 2 \cdot m \cdot h_6, \quad (2.24)$$

де m - коефіцієнт укосу покриття; прийmemo $m = 1,5$ [9];

$$B' = 4,5 + 2 \cdot 1,5 \cdot 0,255 = 5,265 \text{ м}.$$

Згідно з виробничими даними середня дистанція перевезення піску становить 10 км, перевезення піщано-гравійної суміші – 15 км, перевезення води – 4 км.

Необхідний обсяг дорожньо-будівельних матеріалів на один погонний метр шару дорожнього покриття розраховується за формулою

$$V = K_y \cdot h \cdot l \cdot b \cdot a \cdot p, \quad (2.25)$$

Таким чином, відповідно до рекомендацій [9], визначені потреби обсягів піску та піщано-гравійної суміші становлять

$$V = 1,1 \cdot 0,15 \cdot 3,5 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 = 0,693 \text{ м}^3.$$

Враховуючи значний масштаб робіт, пов'язаних, насамперед, з транспортуванням будівельних матеріалів для формування шарів дорожнього покриття, основним транспортним засобом призначаємо автомобіль-самоскид марки КрАЗ-256Б1.

Показник продуктивності вантажного автотранспорту, а саме самоскида КрАЗ-256Б1 (рис. 2.6), розраховується за формулою

$$П = \frac{(T - t_{ns}) \cdot q \cdot k_6}{\left(\sum t_{np} + 120 \cdot \sum \frac{l_i}{V_i} \right) \cdot \rho}, \quad (2.26)$$

де T - час робочої зміни, год; приймаємо $T = 8$ год;

t_{nz} - підготовчо-завершальний час, хв; приймаємо $t_{nz} = 30$ хв [9, с. 14];

q - вантажопідйомність самоскида, т; приймаємо $q = 12,5$ т;

k_6 - коефіцієнт використання часу; приймаємо $k_6 = 0,85$;

$\sum t_{np}$ - сукупний час простоїв самоскида під час завантаження та розвантаження, а також час на маневрування, хв; приймаємо $\sum t_{np} = 19$ хв [9, с. 14];

l_i - дистанція перевезення матеріалів різними типами доріг, км;

V_i - середня експлуатаційна швидкість самоскида на різних типах доріг, км/год;

ρ - щільність дорожньо-будівельного матеріалу, т/м³.



Рисунок 2.6 – Автомобіль-самоскид марки КраЗ-256Б1 для перевезення сипучих вантажів з кар'єру на площадку будівництва

Таким чином, розрахункові значення продуктивності самоскида складають:

- при транспортуванні піщано-гравійної суміші

$$\Pi = \frac{(480 - 30) \cdot 12,5 \cdot 0,85}{\left(19 + 120 \cdot \left(\frac{5}{27} + \frac{10}{22}\right)\right)} \cdot 1,7 = 29,3 \text{ м}^3/\text{зміну},$$

– при транспортуванні піску

$$\Pi = \frac{(480 - 30) \cdot 12,5 \cdot 0,85}{\left(19 + 120 \cdot \left(\frac{10}{22}\right)\right)} \cdot 1,8 = 36,11 \text{ м}^3/\text{зміну}.$$

З метою оптимізації використання допоміжної техніки при влаштуванні дорожнього покриття, пропонуємо залучити 5 автомобілів-самоскидів КрАЗ-256Б1 для перевезення до траси лісової дороги піщано-гравійної суміші. Сукупна продуктивність цієї ланки транспортних засобів є основою для визначення довжини ділянки роботи (гону) спеціалізованого технологічного потоку згідно з таким виразом

$$l_2 = \frac{\Pi_{\text{зм}}}{V_1}, \quad (2.27)$$

де $\Pi_{\text{зм}}$ - продуктивність основної одиниці техніки;

V_1 - обсяг робіт, що виконує основна одиниця техніки на одиницю довжини дорожнього полотна.

$$l_2 = \frac{5 \cdot 29,36}{0,693} = 211,83 \text{ м}.$$

Отож, розраховане значення довжини гону становить 211,83 м. Приймаємо для подальших розрахунків таке значення $l_2 = 210 \text{ м}$.

На основі проведеного аналізу методичних рекомендацій та техніко-

експлуатаційних параметрів доступної техніки, здійснюємо вибір моделей та марок допоміжного обладнання для спеціалізованого технологічного потоку (табл. А.4).

Для навантаження піщано-гравійної суміші, а також розроблення й навантаження піску використовуватимемо екскаватор-навантажувач Mecalac TLB 990 (рис. 2.7).



Рисунок 2.7 – Екскаватор-навантажувач з рівновеликими колесами
(виробництва Туреччини)

Його продуктивність на виконанні цих робіт складе

$$\Pi = \frac{3600 \cdot T_3 \cdot q \cdot k_H \cdot k_T \cdot k_B}{T_{Ц} \cdot k_p}, \quad (2.28)$$

де T_3 - тривалість робочої зміни, за винятком часу на змащування й очищення ковша обслуговування екскаватора-навантажувача, його переміщення, підготовку ділянки роботи тощо, год; приймаємо $T_3 = 7 \text{ год}$;

q - номінальний об'єм ковша екскаватора-навантажувача, м^3 ; приймаємо $q = 0,25 \text{ м}^3$ [9, дод. 3];

k_H, k_T, k_p - значення коефіцієнтів, що враховують ступінь наповнення

ковша екскаватора-навантажувача, характеристики ґрунту за складністю розробки та параметри розпушування ґрунту; приймаємо згідно з [9, табл. 4.2] $k_H = 0,87$, $k_T = 1$, $k_P = 1,1$;

k_B - коефіцієнт використання екскаватора-навантажувача, що враховує простої, пов'язані з очікуванням вантажних транспортних засобів; приймаємо для умов середнього рівня організації праці $k_B = 0,87$ [9, табл. 4.2];

$T_{Ц}$ - тривалість одного робочого циклу, с; приймаємо $T_{Ц} = 12$ с [9, табл. 4.4].

Таким чином, розрахункова продуктивність екскаватора-навантажувача становитиме

$$\Pi = \frac{3600 \cdot 7 \cdot 0,25 \cdot 1,05 \cdot 1,0 \cdot 0,87}{12 \cdot 1,1} = 436 \text{ м}^3/\text{зміну} .$$

Автогрейдер ДЗ 122 на операціях розподілення піщаного шару, шару піщано-гравійної суміші, а також на операції планування та профілювання дорожнього одягу матиме таку розрахункову продуктивність

$$\Pi = \frac{T \cdot l_e \cdot B \cdot k_e}{\left(\frac{2 \cdot l_e}{V} + t \right) \cdot n}, \quad (2.29)$$

де T - тривалість робочої зміни, год; приймаємо $T = 8$ год;

l_e - довжина робочого ходу (гону), м; $L = 140$ м;

B - відстань розподілу матеріалів; для серповидного профілю дорожнього одягу матеріали потрібно розподілити по усій ширині ґрунтового полотна з врахуванням наявності укосів покриття;

K_e - коефіцієнт, що враховує корисне використання часу автогрейдером, $K_e = 0,8$ [9, с. 17];

V - робоча швидкість автогрейдера на операції розподілення матеріалів,

$m/год$; $V = 3500 m/год$ [9, дод. 6];

t - час, необхідний, щоб виконати обидва розвороти на кінцях ділянки гону, $год$; приймаємо $t = 0,1 год$ [9, с. 17];

n - число кругових проходів, щоб досягнути рівного розподілу матеріалу по ділянці дорожнього покриття, $n = 6$ [9, с. 17].

$$\Pi = \frac{8 \cdot 210 \cdot 5,265 \cdot 0,8}{\left(\frac{2 \cdot 210}{3500} + 0,1\right) \cdot 6} = 5360,7 \text{ м}^2/\text{зміну}.$$

Розрахунок продуктивності дорожньої поливомийної машини Daewoo Maximus для операцій забору, доставки та дозованого розподілення води виконаємо за формулою

$$\Pi = \frac{(T - t_{nz}) \cdot Q \cdot k_g}{t_1 + t_2 + 120 \cdot \sum \frac{l_i}{V_i}}, \quad (2.30)$$

де T - тривалість робочої зміни, $хв$; приймаємо $T = 480 хв$;

t_{nz} - підготовчо-завершальний час, $хв$; приймаємо $t_{nz} = 30 хв$ [9, с. 15];

Q - корисний об'єм цистерни поливомийної машини, $м^3$; приймаємо $Q = 6 м^3$;

k_g - коефіцієнт корисного використання поливомийної машини; $k_g = 0,85$ [9, с. 15];

t_1 - час набору води, включаючи підключення та відключення водяних шлангів, $хв$; $t_1 = 9 хв$ [9, дод. 11];

t_2 - час на технологічний розподіл води, $хв$; $t_2 = 16 хв$ [9, дод. 11];

l_i, V_i - відповідно, відстань та швидкість доставки води по місцевих дорогах, зокрема лісових, $км/год$.

Таким чином, продуктивність дорожньої поливомийної машини Daewoo

Maximus на операціях забору, доставки та дозованого розподілення води становитиме

$$\Pi = \frac{(480 - 30) \cdot 6 \cdot 0,85}{9 + 16 + 120 \cdot \frac{4}{22}} = 49 \text{ м}^3/\text{зміну}.$$

Продуктивність котка Bomag BW164AD при укачуванні шарів піску та попередньому укачуванні піщано-гравійної суміші розраховуємо за такою формулою

$$\Pi = \frac{1000 T \cdot (B - a) \cdot l_z \cdot k_e}{\left(\frac{l_z}{V} + t_n\right) \cdot n}, \quad (2.31)$$

де T - тривалість робочої зміни, год; приймаємо $T = 8$ год;

B - ширина смуги укачування за один прохід котка, м; $B = 2,22$ м [9, дод. 12];

b - величина перекриття суміжних смуг при виконанні укачування, м; приймаємо $b = 0,2$ м [9, с. 22];

l_z - довжина робочого гону, м; $l_z = 140$ м;

k_e - коефіцієнт робочого використання котка; приймаємо $k_e = 0,87$ [9, с. 22];

V - робоча швидкість котка під час укачування, км/год; приймаємо $V = 4$ км/год [9, с. 22];

t_n - час, щоб змінити напрям руху дорожнього котка (на перемикання передач або розворот) в обох кінцях гону, год; приймаємо $t_n = 0,01$ год [9, с. 22];

n - кількість проходів дорожнього котка одним слідом, щоб отримати задану щільність; ця величина залежить від виду дорожнього матеріалу, товщини укачуваного шару, а також типу котка й його маси; приймаємо $n = 6$

[9, табл. 4.6].

$$P = \frac{1000 \cdot 8 \cdot (1,9 - 0,2) \cdot 0,21 \cdot 0,87}{\left(\frac{0,21}{4,0} + 0,01\right) \cdot 6} = 6625,5 \text{ м}^3/\text{зміну}.$$

Продуктивність котка Bomag BW164AD при виконанні операції з остаточного укачування піщано-гравійної суміші, що передбачає забезпечення 20 проходів одним слідом, становитиме

$$P = \frac{1000 \cdot 8 \cdot (1,29 - 0,2) \cdot 0,21 \cdot 0,87}{\left(\frac{0,14}{3,0} + 0,01\right) \cdot 20} = 995,7 \text{ м}^2/\text{зміну}.$$

Результати розрахунку обсягів робіт для кожної технологічної операції відповідно до їх послідовності та відповідні трудові витрати систематизовано в табл. 2.8.

На основі проведених розрахунків сформовано необхідний комплект машин та визначено склад ланок і бригад, що представлено у табл. 2.4.

Оптимальний комплекс технічних засобів та конфігурація виробничих ланок визначено на підставі попередньо виконаних розрахунків і систематизовано у табл. 2.5.

По завершенні будівельних робіт проводиться процедура їх приймання. Вона ґрунтується на зіставленні фактичних значень контрольних параметрів з проектними показниками, з урахуванням допустимих відхилень, регламентованих чинним нормативним документом [10]. Номенклатура контрольних показників дорожнього покриття лісової автодороги та граничні значення їх відхилень від проектних величин представлено у табл. А.5.

Ключовими техніко-економічними показниками процесу спорудження покриття лісової дороги є такі: продуктивність робіт за зміну (м) – 210; чисельність персоналу, задіяного у роботах протягом однієї зміни (осіб) – 17.

Таблиця 2.4 – Перелік операцій і розрахунок потреби необхідних ресурсів для визначеної ділянки

| Порядковий номер технологічної операції | Порядковий номер гону | Характеристика технологічних операцій та визначення обсягу робіт для ділянки | Одиниці вимірювання обсягів робіт | Фактичний обсяг робіт на ділянці | Продуктивність обладнання за зміну та людино-день | Потреба у ресурсах для ділянки | |
|---|-----------------------|---|-----------------------------------|----------------------------------|---|--------------------------------|-------------|
| | | | | | | машинно-змін | людино-днів |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | 1 | Видобуток та завантаження піщаного матеріалу з кар'єру в самоскиди із застосуванням екскаватора-навантажувача Mesalac TLB 990. Розрахунковий об'єм завантаженого матеріалу становить $V_n = V \cdot I_e = 0,693 \cdot 210 = 145,5 \text{ м}^3$ | м^3 | 145,5 | 436 | 0,33 | 0,33 |
| 2 | 1 | Перевезення піщаного матеріалу спеціалізованим самоскидним транспортом моделі Кра3-256Б1 з подальшим розвантаженням у вигляді технологічних куп уздовж осі майбутнього дорожнього покриття | м^3 | 83,16 | 36,11 | 4,03 | 4,03 |
| 3 | 1 | Розрівнювання та профілювання підстильного піщаного шару із застосуванням автогрейдера типу ДЗ-122. Площа оброблюваної поверхні становить $V_p = B' \cdot I_e = 5,265 \cdot 210 = 1105,6 \text{ м}^2$ | м^2 | 1105,6 | 5360,7 | 0,21 | 0,21 |
| 4 | 1 | Зволоження поверхні піщаного шару шляхом подачі та рівномірного розподілу води за допомогою дорожньої поливо-мийної машини Daewoo Maximus | м^2 | 11,06 | 49 | 0,23 | 0,23 |

Продовження таблиці 2.4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----|---|---|--------------|--------|--------|------|------|
| 4 | 1 | Об'єм використаної води становить $V_B = 0,01 \cdot 1105,6 = 11,06 \text{ м}^3$ | м^2 | 11,06 | 49 | 0,23 | 0,23 |
| 5 | 1 | Укачування підстильного піщаного шару за допомогою дорожнього котка Bomag BW164AD, здійснене за шість проходів | м^2 | 1105,6 | 6625,9 | 0,17 | 0,17 |
| 6 | 2 | Завантаження піщано-гравійної суміші у спеціалізований вантажний транспорт із застосуванням екскаватора-навантажувача Mesalac TLB 990. Об'єм завантаженої суміші становить $V_{nc} = V \cdot l_z = 0,693 \cdot 210 = 145,53 \text{ м}^3$ | м^3 | 145,53 | 436 | 0,33 | 0,33 |
| 7 | 2 | Перевезення підготовленої суміші спеціалізованими самоскидами КраЗ-256Б1 з подальшим розвантаженням у вигляді технологічних куп безпосередньо на поверхню підстильного шару | м^3 | 145,53 | 29,3 | 4,97 | 4,97 |
| 8 | 2 | Розрівнювання, попереднє планування та профілювання підготовленої суміші із залученням автогрейдера типу ДЗ-122. Розрахункова площа обробки становить $V_p = B \cdot l_z = 4,5 \cdot 210 = 945,53 \text{ м}^2$ | м^2 | 945,53 | 5360,7 | 0,18 | 0,18 |
| 9 | 2 | Початкове укачування шару підготовленої суміші із застосуванням котка моделі Bomag BW164AD, виконане за шість проходів по одній колії | м^3 | 945,53 | 6625,9 | 0,14 | 0,10 |
| 10 | 3 | Зволоження поверхні шару підготовленої суміші шляхом доставки та рівномірного розбризкування води із використанням дорожньої поливо-мийної машини Daewoo Maximus. Об'єм поданої води становить $V_B = 0,02 \cdot 945,53 = 18,91 \text{ м}^3$ | м^3 | 18,91 | 49 | 0,39 | 0,39 |

Продовження таблиці 2.4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-------|---|---|----------------|--------|-------|-------|-------|
| 11 | 3 | Завершальне укачування шару суміші із застосуванням котка Vomag BW164AD, виконане за двадцять проходів по одній колії | м ² | 945,53 | 995,7 | 0,95 | 0,95 |
| 12 | 4 | Контроль рівності та відповідності поперечного профілю дорожнього покриття з подальшою ручною корекцією виявлених недоліків | м ² | 9,45 | 11,6 | - | 0,82 |
| Разом | | | | | | 11,93 | 12,75 |

Таблиця 2.5 – Перелік технічних засобів та склад виробничого персоналу

| Тип та модель обладнання | Протозованій обсяг експлуатації (у годинах-змінях) | Кількість одиниць обладнання | Коефіцієнт інтенсивності використання | Професійна спеціалізація та кваліфікаційний рівень персоналу | Потреба в трудових ресурсах (у людино-днях) | Чисельність виробничого персоналу |
|--|--|------------------------------|---------------------------------------|--|---|-----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Автомобіль-самоскид КраЗ-256Б1 | 9 | 9 | 1,00 | водій III класу | 9,00 | 9 |
| Екскаватор-навантажувач Месалас TLB990 для роботи в піщаному кар'єрі | 0,66 | 2 | 0,33 | машиніст VI розряду | 0,66 | 2 |
| Автогрейдер ДЗ 122 | 0,39 | 1 | 0,39 | машиніст VI розряду | 0,39 | 1 |

Продовження таблиці 2.5

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|------|----|------|---|--------------|--------|
| Дорожня поливомийна машина Daewoo Maximus | 0,62 | 1 | 0,62 | водій III класу | 0,62 | 1 |
| Коток Bomag BW164AD | 1,26 | 2 | 0,63 | машиніст V розряду | 1,26 | 2 |
| - | - | - | - | дорожні робітники III розряду II розряду | 0,41 0,41 | 1 1 |
| Разом | | 15 | - | - | - | 17 |

Також важливими показниками цього процесу є такі:

- інтенсивність технологічного потоку – 210 м/зміну;
- індивідуальний виробіток одного працівника за зміну – 12,35 м;
- загальні трудові витрати на спорудження 1 км дорожнього покриття: 56,95 машино-змін та 57,77 людино-днів;
- необхідний обсяг матеріалів на 1 км дорожнього покриття: 693 м³ піску, 693 м³ піщано-гравійної суміші, 142,7 м³ води.

В результаті спорудження дорожній одяг має характеризуватися гомогенністю кожного шару, належним ступенем ущільнення, а також чистотою та рівністю поверхні.

Оцінка рівності поверхні дорожнього покриття лісової дороги здійснюється шляхом вимірювання кількості та величини просвітів під триметровою контрольною рейкою. Згідно з нормативами, максимальний просвіт під такою рейкою не повинен перевищувати 10 мм у 95% контрольних вимірів; при цьому допускається, що до 5% вимірів можуть мати просвіт до 20 мм, але не більше.

3 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ БУДУВАННЯ ТИМЧАСОВИХ ЛІСОВИХ ДОРІГ, ОБЛАШТУВАННЯ ТА РЕМОНТУВАННЯ ДІЛЯНОК ЛІСОТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ

3.1 Спорудження вуса лісопромислового призначення

Покриття вуса лісопромислового призначення споруджуватимемо із ґрунтово-щебеневої суміші. Процес зведення вуса заданої конструкції охоплює наступні послідовні етапи:

- трасування осі вуса лісопромислового призначення;
- розчищення смуги відведення;
- видалення пнів;
- очищення смуги відведення від рослинних залишків, корневих систем дерев та гірських порід;
- вирівнювання природного рельєфу ділянки;
- розробка ґрунту в притрасових резервах та його транспортування для формування земляного полотна вуса лісопромислового призначення;
- планування та профілювання ґрунтового шару;
- ущільнення ґрунтового матеріалу;
- розпушування поверхневого шару земляного полотна до заданої глибини;
- завантаження щебеневого матеріалу на транспортні засоби;
- доставка та розвантаження щебеневого матеріалу у технологічні купи вздовж осі земляного полотна;
- рівномірний розподіл щебеневого шару, а також формування валів із щебеню та розпушеного ґрунту;
- забір, транспортування та профілювання ґрунтово-щебеневої суміші;
- перемішування зволоженої ґрунтово-щебеневої суміші з ґрунтом;
- планування та профілювання готової суміші;
- фінальне ущільнення суміші.

Використовувані машини, механізми, їхня продуктивність, а також нормативи виробки для ручних робіт, приймаємо за аналогією з нормативами дорожнього будівництва лісових доріг постійної дії.

Обсяг робіт визначаємо як загальну довжину споруджуваних вусів лісопромислового призначення.

Ширину смуги відведення для вусів лісопромислового призначення встановлюємо на рівні 10 м.

Розробку ґрунту в притрасових резервах та його подальше переміщення до основи насипу вуса лісопромислового призначення здійснюємо за допомогою бульдозера моделі Caterpillar D6K (рис. 2.3).

Розрахунок необхідного об'єму ґрунту проведемо за формулою

$$V_h = L_{bc} \cdot W_{bc}, \quad (3.1)$$

де W_{bc} - площа поперечного перерізу вуса лісопромислового призначення, m^2 .

$$W_{bc} = A_{bc} + B_{bc} \cdot H_{cec} + m_{cec} \cdot H_{cec}^2, \quad (3.2)$$

де A_{bc} - площа поперечного перерізу насипної призми вуса лісопромислового призначення, m^2 ;

B_{bc} - ширина земляного полотна вуса лісопромислового призначення по верхній частині, м; приймаємо $B_{bc} = 4$ м;

H_{cec} - середня висота насипу на ділянці вуса лісопромислового призначення, м; приймаємо $H_{cec} = 0,4$ м;

m_{cec} - середнє значення коефіцієнта укосу на ділянці вуса лісопромислового призначення; приймаємо за аналогією з основним земляним полотном рівним $m_{cec} = 2,25$.

$$A_{\text{вс}} = \frac{B_{\text{вс}}^2 \cdot I_{\text{нзвс}}}{4}, \quad (3.3)$$

де $I_{\text{нзвс}}$ - поперечний ухил ґрунтового полотна на ділянці вуса лісопромислового призначення; приймаємо $I_{\text{нзвс}} = 0,05$.

$$A_{\text{вс}} = \frac{4^2 \cdot 0,05}{4} = 0,2 \text{ м}^2;$$

$$W_{\text{вс}} = 0,2 + 4 \cdot 0,4 + 2,25 \cdot 0,4^2 = 2,16 \text{ м}^2;$$

$$V_{\text{вс}} = 2,16 \cdot 5,2 = 11,23 \text{ м}^3.$$

Витрати машинних ресурсів для бульдозерної техніки на формування земляного полотна вуса лісопромислового призначення розрахуємо за формулою

$$T_{\text{вс}} = \frac{V_{\text{вс}}}{\Pi} = \frac{11,230}{200} = 562 \text{ маш - зміни}. \quad (3.4)$$

Необхідне розпушування шару земляного полотна здійснюватимемо за допомогою фрези дорожньої горизонтальної ФРБ-9901 (рис. 3.1).

Завантаження щебеневого матеріалу передбачається виконувати екскаватором-навантажувачем Месалас TLB 990 (рис. 2.7). Перевезення матеріалів здійснюється вантажними самоскидами КрАЗ-256Б1.

Розрахунок необхідного об'єму щебеневого матеріалу для облаштування покриття вуса лісопромислового призначення проведемо з використанням формули

$$V = K_{\text{у}} \cdot h_{\text{вс}} \cdot B_{\text{вс}} \cdot L_{\text{вс}} \cdot a \cdot p, \quad (3.5)$$

де h_{bc} - товщина шару покриття вуса лісопромислового призначення, м;

$$h_{bc} = 0,15 \text{ м};$$

a - коефіцієнт витрати матеріалів на узбіччя; приймаємо $a = 1$;

p - питомий вміст щебеню в конструкції покриття вуса лісопромислового призначення; приймаємо $p = 0,6$.



Рисунок 3.1 – Фреза дорожня горизонтальна ФРБ-9901 для розпушування шару земляного полотна вуса лісопромислового призначення

Необхідний об'єм щебеневого матеріалу становитиме

$$V = 1,1 \cdot 0,15 \cdot 4 \cdot 5200 \cdot 1 \cdot 0,6 = 2059 \text{ м}^3 .$$

3.2 Спорудження штучних водопропускних об'єктів

Проектні рішення при будівництві основної ділянки лісової автодороги передбачають монтаж трьох збірних залізобетонних труб діаметром 0,75 м.

Процес спорудження збірної залізобетонної труби охоплюватиме такі технологічні етапи:

- розробка котловану під трубу із застосуванням екскаваторної техніки;
- доставка піщано-гравійної суміші та ручне формування основи для труби;

- монтаж вхідного оголовка, секційних елементів труби та вихідного оголовка за допомогою екскаваторної техніки;
- герметизація внутрішніх стиків між елементами труби за допомогою паклі, просоченої бітумом, та цементного розчину;
- герметизація зовнішніх стиків із застосуванням двох шарів руберойдового матеріалу на бітумній основі;
- доставка глини та улаштування глиняного ущільнювального шару завтовшки 20 см;
- повторне засипання труби ґрунтом до рівня проєктної позначки.

З метою обґрунтування трудових витрат на монтажні-будівельні роботи, довжину секційного елемента труби розрахуємо за формулою

$$\ell_c = \frac{B + 2m(H - h_T - \delta)}{(1 - m^2 \cdot i_p^2) \cdot \sin \alpha}, \quad (3.6)$$

де B - ширина полотна, м;

m - коефіцієнт укосу;

H - висота насипу у місці укладання труби, м;

h_T - діаметр труби, м;

δ - товщина труби, м;

i_p - ухил русла водотоку;

α - кут між напрямом траси вуса лісопромислового призначення та труби, град.

Згідно з нормативними вимогами, товщина зворотного засипання труби, включаючи товщину дорожнього покриття, має становити не менше 0,5 м.

У випадках, коли цієї умови не можливо дотриматися, трубу заглиблюємо нижче рівня поверхні ґрунту на необхідну величину.

$$l_{c1} = \frac{4,5 + 2 \cdot 1,5(1,05 - 0,75 - 0,08)}{(1 - 1,5 \cdot 0,005^2) \cdot 0,966} = 4,1 \text{ м};$$

$$l_{c2} = \frac{4,5 + 2 \cdot 1,5(0,5 - 0,75 - 0,08)}{(1 - 1,5 \cdot 0,004^2) \cdot 0,966} = 3,8 \text{ м};$$

$$l_{c3} = \frac{4 + 2 \cdot 1,5(0,9 - 0,75 - 0,08)}{(1 - 1,5 \cdot 0,005^2) \cdot 1} = 4,53 \text{ м};$$

$$l_{c4} = \frac{4 + 2 \cdot 1,5(1,61 - 0,75 - 0,08)}{(1 - 1,5 \cdot 0,004^2) \cdot 1} = 7,03 \text{ м}.$$

Розрахункову довжину ланок дорожніх труб заокруглюємо до найближчого цілого значення (це зумовлено стандартизацією виробництва дорожніх труб такого типу у вигляді секцій довжиною 1 м).

Визначення витрат праці на виконання монтажних-будівельних робіт з прокладання дорожніх труб здійснюємо на основі обсягу матеріалів, використаних у конструктивних елементах дорожніх труб, та встановлених нормативів трудомісткості на одиницю об'єму матеріалу (на 1 м³).

Обсяги матеріалів для секційних елементів дорожніх труб та їхніх кінцевих частин (оголовків) приймаємо відповідно до рекомендацій [8]. Склад будівельної бригади, що здійснює монтаж ланок дорожніх, включає трьох робітників.

Підсумкові розрахункові дані щодо зведення штучних водопропускних об'єктів систематизовано у зведеній відомості будівництва дорожніх труб (див. табл. А.6).

3.3 Організація роботи лісодорожньої інфраструктури

Конфігурація лісотранспортних розв'язок передбачає наявність на усіх ділянках мережі однієї смуги руху. З метою оптимізації пропускної здатності та

безпечного регулювання двостороннього руху, на ділянках з достатньою зоною видимості передбачено створення локальних розширень (роз'їздів) протяжністю 30 м. Ці розширення спроектовані з шириною земляного полотна 7 м та з шириною проїзної частини 6 м.

З метою гарантування безпеки експлуатації лісотransпортних засобів (лісовозів), які рухаються з проектною швидкістю, геометричні характеристики траси, зокрема параметри плану, поздовжні та поперечні профілі, розроблені відповідно до чинних нормативних актів.

Додатково на окремих ділянках трас лісових доріг передбачено встановлення бар'єрних огорожень, зокрема на ділянках з малими радіусами кривизни та на стрімких схилах.

Примикання дорожнього полотна постійних та тимчасових лісових доріг з іншими елементами лісодорожньої інфраструктури розроблено згідно з чинними технічними регламентами.

Сигнальні стовпчики заплановано встановити на таких сегментах дорожнього полотна:

- поблизу елементів водовідведення (водопропускних споруд) передбачено розмістити по два орієнтирних стовпчиків з кожної сторони проїзної частини (на відстані 2,5 м від центральної осі);
- на сегментах дорожнього полотна з криволінійним профілем, що мають найменший допустимий радіус кривизни (з інтервалом у 5 м з боку зовнішнього радіуса кривої).

З метою ефективного керування транспортним потоком заплановано розміщення дорожніх знаків, що відповідає діючим стандартам та правилам експлуатації лісотransпортних шляхів. Елементи дорожніх знаків фіксуються на дерев'яних опорах.

3.4 Технології локального потокового відновлення гравійного дорожнього покриття лісових доріг

Локальне відновлення дефектів гравійного покриття (ямковий ремонт)

варто здійснювати після повного розмерзання основи та за умови просихання поверхні дорожнього одягу. Роботи з ремонтування гравійного покриття і усунення вибоїн можна реалізувати потоковим методом, розділеним на три послідовні технологічні етапи (зони виконання робіт), із залученням інтегрованої робочої групи, що складається щонайменше з чотирьох фахівців:

- оператора компресорної установки (1 особа);
- машиніста дорожнього котка (1 особа);
- спеціаліста – лісового інженера (2 особи).

На першому етапі (або в першій технологічній зоні) виконуватимуть наступні виробничі операції:

1. Встановлення необхідних засобів організації дорожнього руху на ділянці, що підлягає ремонтуванню, з метою забезпечення безпеки та регулювання транспортного потоку згідно з чинними галузевими нормативами.

2. Ретельне очищення поверхні дорожнього полотна від забруднень (бруду, пилу тощо).

3. Маркування меж ділянок, які потребують відновлення. Контури вибоїн при цьому визначають прямими лініями за допомогою натягнутого шнура, попередньо обробленого крейдою. Суміжні дефекти поверхні за потреби об'єднують в одну ділянку.

На другому етапі (або в другій технологічній зоні) проводять:

1. Демонтаж пошкодженого матеріалу покриття в межах визначених контурів із застосуванням відбійних молотків. Утворені відходи негайно видаляють на узбіччя за допомогою ручного інструменту (лопат тощо).

2. Фінальне очищення підготовлених до ремонту ділянок лісових доріг від пилу та дрібних частинок із використанням стисненого повітря.

На третьому етапі (або в третій технологічній зоні) здійснюють такі операції:

1. Укладання гравійного матеріалу з подальшим рівномірним розподілом та вирівнюванням за допомогою ручного інструменту (наприклад, лопат, грабель тощо). При цьому об'єм укладеного матеріалу повинен враховувати

коефіцієнт його ущільнення та мати перевищення над існуючим рівнем покриття на відповідну величину.

2. Ущільнення свіжого укладеного матеріалу дорожнім котком моделі Bomag BW164AD, виконуючи по два проходи по кожній смузі укачування.

3. Остаточне видалення решток і відходів з робочої ділянки.

4. Демонтаж тимчасових засобів організації дорожнього руху.

Поопераційний контроль якості виконання робіт з локального ремонтування поверхні здійснюють шляхом візуального огляду та з використанням ручних вимірювальних приладів (лінійка, контрольна дорожня рейка, щуп тощо). Максимально допустима величина нерівностей поверхні, виміряна просвітом під контрольною дорожньою рейкою, на етапі завершення ремонтних робіт становить *7 мм*.

ВИСНОВКИ

1 У кваліфікаційній роботі розглянуто технологічні засади транспортного освоєння лісових масивів з урахуванням потреб лісозаготівлі, зокрема економічні, екологічні та соціальні передумови розвитку мереж лісових доріг лісогосподарських підприємств, потребу забезпечення транспортними мережами доступу до лісових масивів із урахуванням потреб лісозаготівлі тощо.

2 В роботі відзначено особливості улаштування лісодорожніх транспортних мереж у гірських умовах та наведено порівняльний аналіз конструкцій та технологій будівництва лісових автодоріг з використанням бульдозерів та екскаваторів як двох найбільш поширених технологій прокладання лісових шляхів у вітчизняних виробничих умовах.

3 Обґрунтовано технічні нормативи проектування верхньої та нижньої будов лісової піщано-гравійної дороги, відзначено особливості розміщення її траси у межах лісових масивів.

4 Спроектовано окремі елементи плану траси та профілю лісової піщано-гравійної дороги, сформовано поперечники її ґрунтового полотна та дорожнього покриття (на підставі типових поперечних профілів й відповідно до рельєфу місцевості та встановлених проектних норм).

5 Конструкцію дорожнього одягу прийнято двошаровою з нижнім (підстильним) шаром із середньозернистого піску та верхнім шаром покриття із піщано-гравійної суміші. Розраховано потрібну кількість середньозернистого піску, піщано-гравійної суміші та води, які необхідні для будівництва дорожнього одягу.

6 В роботі визначено чисельний склад будівельних бригад, обґрунтовано кількість необхідних машин та устаткування, терміни виконання та трудовитрати для виконання підготовчих робіт, робіт з будівництва водопропускних штучних споруд, земляного полотна та дорожнього одягу, потребу у матеріальних ресурсах для виконання дорожньо-ремонтних робіт.

7 Наведено організаційні заходи щодо використання лісогосподарським

підприємством технологій будівництва тимчасових лісових доріг, а також технологій облаштування та ремонтування (відновлення) ділянок лісотранспортної мережі.

8 Розроблено заходи з охорони праці під час прокладання та утримання лісових шляхів, опрацьовано способи безпечного використання наявних спеціалізованих машин й устаткування. Розроблено заходи щодо охорони навколишнього середовища під час виконання дорожньо-будівельних і дорожньо-ремонтних технологічних операцій.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1 Бегеба В.М. Лісові дороги і транспорт лісу: навч. посібник. К.: Вид-во НАУ, 2005. – 81 с.
- 2 Білоус М. М., Виговський А. Ю. Лісові дороги і транспорт лісу: навч. посібник. К.: ПЦ “КОМПРИНТ”, 2022. – 420 с.
- 3 Білоус М. М., Виговський А. Ю. Транспорт лісу: навчальний посібник. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2020. – 347 с.
- 4 Білоус М. М., Виговський А. Ю. Лісозаготівлі і транспорт лісу: навч. посібник. К.: ПЦ “КОМПРИНТ”, 2021. – 511 с.
- 5 Білоус М. М., Виговський А. Ю. Лісозаготівля і транспорт лісу: підручник. К.: ПЦ “КОМПРИНТ”, 2022. – 607 с.
- 6 Jurij Begus, Ewald Pertlik. Guide for planning, construction and maintenance of forest roads. – Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017. – 64 p.
- 7 Інструкція по проектуванню лісових автомобільних доріг в гірських умовах Карпат / Міністерство промисловості України. – Київ, 1994. – 67 с.
- 8 Гайдар М. О. Проектування лісових автомобільних доріг. – Львів: Вища школа, 1982. – 232 с.
- 9 Медвідь С. Й., Ковтун Й. П., Сасюк В. М. Будівництво лісових автомобільних доріг. Методичні вказівки з розроблення технологічних карт будівництва дорожніх одягів. – Львів: НЛТУ України, 2006. – 84 с.
- 10 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво: ДБН В.2.3-4:2015. – К.: Мінрегіон України, 2015. – 104 с.
- 11 Жидецький В. Ц, Джигирей В. С, Мельников О.В. Основи охорони праці. – Львів: Афіша, 2000. – 350 с.
- 12 Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування: ГБН В.2.3-37641918-559:2019. – К.: Міністерство інфраструктури України, 2019. – 59 с.
- 13 Екологічні вимоги до автомобільних доріг. Проектування: ГБН В.2.3-218-007:2012. – К.: Укравтодор, 2012. – 45 с.

14 Автомобільні дороги. Оцінка впливу на довкілля: ДСТУ 9076:2021. – К.: ДП “УкрНДНЦ”, 2021. – 36 с.

15 Ремонт автомобільних доріг загального користування. Види ремонтів та перелік робіт: ГБН Г.1-218-182:2011. – К.: Укравтодор, 2011. – 17 с.

16 Порядок прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом (реконструкцією) лісових автомобільних доріг. – К. ; Івано-Франківськ, 2007. – 20 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

ОСНОВНІ НОРМАТИВИ ПРОЄКТУВАННЯ ТА БУДІВНИЦТВА

ДОРОЖНІХ КОНСТРУКЦІЙ

Таблиця А.1 – Технічні нормативи проєктування дорожніх споруд лісової магістральної дороги

| Ч. ч. | Назва нормативного показника | Один. вимір. | Значення | Джерело інформації |
|-------|---|---------------|--|--------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Вид лісової дороги | - | магістраль лісопромислового призначення IV-Л категорії | [7, с. 58] |
| 2 | Кількість смуг руху лісової дороги | <i>шт.</i> | 1 | [8, табл. 8.1] |
| 3 | Швидкість руху | <i>км/год</i> | 30 | [8, табл. 8.1] |
| 4 | Ширина проїзної частини лісової дороги | <i>м</i> | 3,5 | [8, табл. 8.1] |
| | Ширина земляного полотна лісової дороги | <i>м</i> | 5,5 | [8, табл. 8.1] |
| | Ширина узбіччя лісової дороги | <i>м</i> | 1 | [9, с. 44] |
| 5 | Поперечний ухил проїзної частини лісової дороги | <i>‰</i> | 40 | [9, табл. 2.12] |
| | Поперечний ухил земляного полотна лісової дороги | <i>‰</i> | 40 | [7, с. 63] |
| | Поперечний ухил узбіччя лісової дороги | <i>‰</i> | 50 | [8, табл. 8.4] |
| 6 | Розрахункова відстань видимості поверхні лісової дороги | <i>м</i> | 50 | [7, табл. 51] |
| | Розрахункова відстань видимості зустрічного лісовоза | <i>м</i> | 100 | [7, табл. 51] |
| 7 | Найменший радіус траси лісової дороги в плані | <i>м</i> | 50 | [7, табл. 51] |
| 8 | Найменший радіус опуклої кривої у поздовжньому профілі | <i>м</i> | 600 | [8, табл. 8.1] |

Продовження таблиці А.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|--|----------|-----|---------------------------|
| 8 | Найменший радіус увігнутої кривої у поздовжньому профілі | <i>м</i> | 600 | [8, табл. 8.1] |
| 9 | Керівний ухил траси лісової дороги | ‰ | 60 | [8, табл. 8.1] |
| 10 | Зрівноважений ухил траси лісової дороги | ‰ | 80 | [9, с. 35] |
| 11 | Алгебраїчна різниця ухилів, при якій влаштовують вертикальні криві | ‰ | 15 | [8, с. 205] [9, с. 36] |
| 12 | Підвищення низу дорожнього одягу над рівнем поверхні землі | <i>м</i> | 0,6 | [9, табл. 2.5] |
| | Підвищення низу дорожнього одягу над рівнем ґрунтових вод | <i>м</i> | 1,7 | [9, табл. 2.5] |

Таблиця А.2 – Технічні нормативи проектування дорожніх споруд гірських лісових доріг II і III типів

| Ч. ч. | Назва показників | Одині вимір. показн. | Значення показників | |
|------------|---------------------------------------|----------------------|---------------------|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1 | Вид дороги | - | гірська лісова | |
| 2 | Категорія (тип) дороги | - | II | III |
| 3 | Розрахункова швидкість руху | <i>км/год</i> | 20 | 10 |
| 4 | Кількість смуг руху | - | 1 | 1 |
| 5 | Ширина: | <i>м</i> | | |
| | - проїзної частини | | 3,5 | 3 |
| | - узбіччя | | 0,5 | 0,5 |
| 6 | - земляного полотна | | 4,5 | 4 |
| | Поперечний ухил: | ‰ | | |
| | - проїзної частини | | 50 | 50 |
| - узбіччя | 50 | | 50 | |
| 7 | - земляного полотна | | 30 | 30 |
| | Коефіцієнти укосів земляного полотна: | - | | |
| | - у насипу | | 1,5 | 1,5 |
| - у виїмці | 1,5 | | 1,5 | |
| | - у насипу зі сторони резерву | | 3 | 3 |

Продовження таблиці А.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | |
|----|--|----------|-----|-----|
| 8 | Коефіцієнти укосів водовідводу: | - | | |
| | - канав | | 1,5 | 1,5 |
| | - кюветів (внутрішній укіс) | | 1,5 | 1,5 |
| 9 | Розрахункова відстань видимості: | <i>м</i> | | |
| | - поверхні дороги | | 30 | 20 |
| | - зустрічного автомобіля | | 60 | 40 |
| 10 | Найменший радіус кривої в плані | <i>м</i> | 30 | 30 |
| 11 | Найбільший повздовжній ухил на підйомі у вантажному напрямку (керівний ухил) | ‰ | 100 | 100 |
| 12 | Найбільший повздовжній ухил на спуску у вантажному напрямку (урівноважений) | ‰ | 100 | 100 |
| 13 | Алгебраїчна різниця ухилів, за якої влаштовують вертикальні криві | ‰ | 15 | 45 |
| 14 | Найменше підвищення низу дорожнього одягу (брівки земляного полотна): | <i>м</i> | | |
| | - над рівнем ґрунтових вод | | 1,4 | 1,4 |
| | - над поверхнею землі на ділянках з незабезпеченим поверхневим стоком | | 0,6 | 0,6 |

Таблиця А.3 – Технічні вимоги до земляного полотна ділянки лісової дороги

| Назва параметра | Один. вимір. | Значення контрольного параметра | | |
|--|--------------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | | проектне | до 10% контрольних вимірів | решта контрольних вимірів |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Щільність ґрунту земляного полотна на глибину до 1,5 м, яка оцінюється коефіцієнтом ущільнення | - | 0,95 | 0,91 - 0,99 | > 0,95 |
| Висотні відмітки поздовжнього профілю | <i>м</i> | H_{np} | $H_{np} \pm 0,1$ | $H_{np} \pm 0,05$ |
| Відстань між віссю і брівкою земляного полотна | <i>м</i> | 2,63 | $2,63 \pm 0,02$ | $2,63 \pm 0,01$ |
| Поперечний ухил земляного полотна | - | 0,03 | від 0,02 до 0,05 | від 0,025 до 0,04 |

Продовження таблиці А.3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------------------------|---|-----|----------------|----------------|
| Коефіцієнт укосу земляного полотна | - | 1,5 | $1,50 \pm 0,3$ | $1,5 \pm 0,15$ |
| Коефіцієнт ущільнення ґрунту на укосі | - | 0,9 | 0,84 - 0,96 | $> 0,90$ |

Таблиця А.4 – Допоміжне обладнання спеціалізованого технологічного потоку для будівництва дорожнього покриття

| Назва технологічної операції | Тип і марка рекомендованої машини | Можливі заміни |
|---|---|---|
| Розроблення піску та навантаження піску і піщано-гравійної суміші | Екскаватор-навантажувач Mecalac TLB 990 | Екскаватори на пневмошинному ході з ковшем місткістю $0,25 - 0,3 \text{ м}^3$ |
| Розподілення матеріалів, планування і профілювання шарів дорожнього одягу | Автогрейдер ДЗ 122 | Автогрейдери з гідравлічним керуванням інших марок |
| Набирання, транспортування й дозоване розподілення води | Daewoo Maximus | Поливомийні машини з місткістю цистерни $6 - 8 \text{ м}^3$ |
| Попереднє ущільнення шарів дорожнього одягу | Коток Bomag BW164AD | Гладкі вальцові або пневмошнінні легкі чи середні котки інших марок |
| Остаточне ущільнення шарів дорожнього одягу | | |

Таблиця А.5 – Технічні вимоги до готового дорожнього покриття

| Назва параметра, який підлягає контролю | Одиниця вимірювання параметра | Значення контрольного параметра | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|--|--|
| | | проектне | до 10% контрольних вимірів | решта контрольних вимірів |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Висоті відмітки по брівці дорожнього полотна з урахуванням товщини дорожнього одягу | <i>м</i> | $H_{np} + 0,25$ | від $(H_{np} + 0,35)$ до $(H_{np} + 0,15)$ | від $(H_{np} + 0,3)$ до $(H_{np} + 0,2)$ |

Продовження таблиці А.5

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|-----------|------|----------------|--------------|
| Ширина шару дорожнього одягу по його поверхні | <i>м</i> | 4,5 | 4,5 ± 0,15 | 4,5 ± 0,1 |
| Товщина шару дорожнього одягу по осі дороги | <i>см</i> | 15 | від 12,8 до 18 | 15 ± 1,5 |
| Поперечний ухил проїзної частини і узбіч | - | 0,05 | 0,04 - 0,07 | 0,045 - 0,06 |

Таблиця А.6 – Укладання дорожніх труб

| Порядковий номер труби | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
|---|--|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Розташування труби | пікет | 3 | 5 | 7 | 9 | |
| | плюс | 25 | 60 | 0 | 40 | |
| Висота насипу біля труби, <i>м</i> | | 1,05 | 0,50 | 0,72 | 1,61 | |
| Діаметр труби, <i>м</i> | | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | |
| Секційна частина | Повздовжній ухил русла | | 0,005 | 0,004 | 0,005 | 0,005 |
| | Кут між повздовжніми осями труби і дороги, <i>град</i> | | 75 ⁰ | 75 ⁰ | 75 ⁰ | 75 ⁰ |
| | Товщина стінки труби, <i>м</i> | | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| | Довжина труби, <i>м</i> | | 4 | 4 | 5 | 7 |
| | Витрата, <i>м³</i> | Бетону | 0,84 | 0,84 | 1,05 | 1,47 |
| | | Глиняної обмазки | 0,2 | 1,2 | 1,5 | 2,1 |
| | Трудовитрати, <i>люд-днів</i> | | 3,2 | 3,2 | 4 | 5,61 |
| Оголовки | Витрата, <i>м³</i> | Бетону | 2,42 | 2,42 | 2,42 | 2,42 |
| | | Щебеневої підготовки | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| | Трудовитрати, <i>люд-днів</i> | | 4,27 | 4,27 | 4,27 | 4,27 |
| Загальні трудовитрати, <i>люд-днів</i> | | 7,44 | 7,44 | 8,24 | 9,88 | |
| Кількість робітників у бригаді, <i>осіб</i> | | 3 | 3 | 3 | 4 | |
| Термін будівництва, <i>дні</i> | | 2,5 | 2,5 | 2,7 | 3 | |

| | | | | | | |
|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | | | | | |
| <p>Номер і довжина гонцу, м</p> | <p>1, 210</p> | <p>2, 210</p> | <p>3, 210</p> | <p>4, 210</p> | <p>5, 210</p> | <p>6, 210</p> |

Довжина фронту робіт, м 1260

| | | | | | | |
|---------------------------------------|--|--|--|---|--|--|
| <p>Номер операції</p> | <p>1, 2</p> | <p>3, 4, 5</p> | <p>6, 7</p> | <p>8, 9, 10</p> | <p>11</p> | <p>12</p> |
| <p>Поперечний профіль</p> | | | | | | |
| <p>Перелік технологічних операцій</p> | <p>1. Розроблення і навантаження піску в карєрі 2. Транспортування та розвантаження піску в купу по осі дороги</p> | <p>3. Розподілення, планування і профілювання піску 4. Підвезення та розподілення води 5. Ущільнення шару піску катком</p> | <p>6. Навантаження грабійно-піщаної суміші на автомобіль-самоскид 7. Транспортування та розвантаження піщано-грабійної суміші в купу по осі дороги</p> | <p>8. Розподілення, планування і профілювання суміші 9. Передбачене ущільнення піщано-грабійної суміші катком 10. Підвезення та розподілення води</p> | <p>11. Перевірка поперечного профілю рівності покриття, виправлення дефектних місць вручну</p> | <p>12. Остаточне ущільнення піщано-грабійної суміші катком</p> |
| <p>Ресурси на довжину гонцу</p> | <p>1. Екскаватор-навантажувач Месаіас TLB990 - 0,33 2. Автомобіль-самоскид КраЗ-25661 - 4,03</p> | <p>1. Автогрейдер ДЗ 122 - 0,21 2. Поліво-мийна машина Даевов Maximus - 0,23 3. Каток Волгод ВМ1644Д - 0,17</p> | <p>1. Екскаватор-навантажувач Месаіас TLB990 - 0,33 2. Автомобіль-самоскид КраЗ-25661 - 4,97</p> | <p>1. Автогрейдер ДЗ 122 - 0,18 2. Каток Волгод ВМ1644Д - 0,14 3. Поліво-мийна машина Даевов Maximus - 0,39</p> | <p>1. Переносні огорожувальні та дорожні знаки, ручний інвентар</p> | <p>1. Каток Волгод ВМ1644Д - 0,95</p> |
| <p>Склад ланок</p> | <p>1. Машиніст ІІ р - 1 2. Водій ІІ кл - 4</p> | <p>1. Машиніст ІІ р - 1 2. Водій ІІ кл - 1 3. Машиніст ІІ р - 1</p> | <p>1. Машиніст ІІ р - 1 2. Водій ІІ кл - 5</p> | <p>1. Машиніст ІІ р - 1 2. Машиніст ІІ р - 1 3. Водій ІІ кл - 1</p> | <p>1. Дорожній робітник ІІІ р - 1 2. Дорожній робітник ІІ р - 2</p> | <p>1. Машиніст ІІ р - 1</p> |

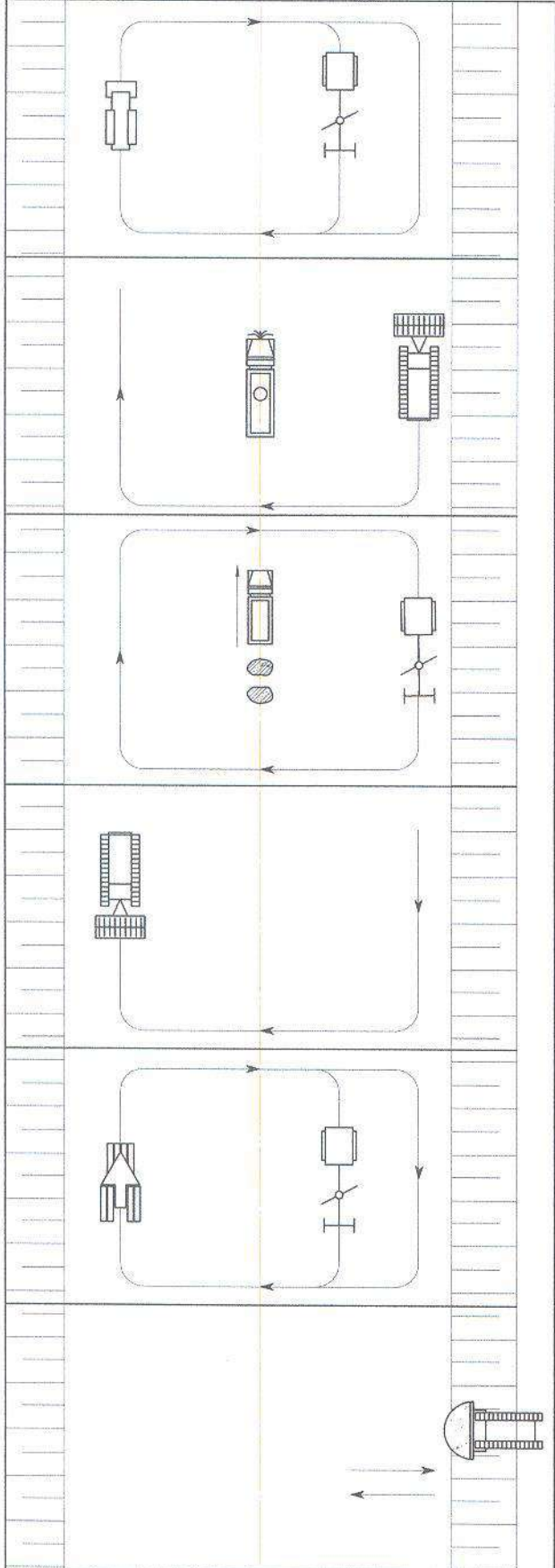
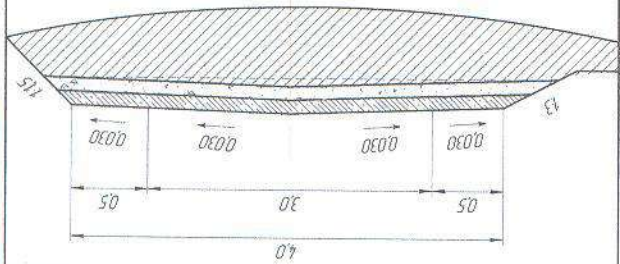
КР 205-03.ЛГ.БР.12.02.02.000.К7

Технічний рисунок
Масштаб: 1:25
Лист 1 з 1

Дорожній будівельний
Інститут

Інженер: [Signature]
Проєктант: [Signature]
Перевірив: [Signature]

Ст. 29. 189-51
НПТУ України



| | | | | | | |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Номер і довжина ганці, м | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|

Довжина фронту робіт, м 300

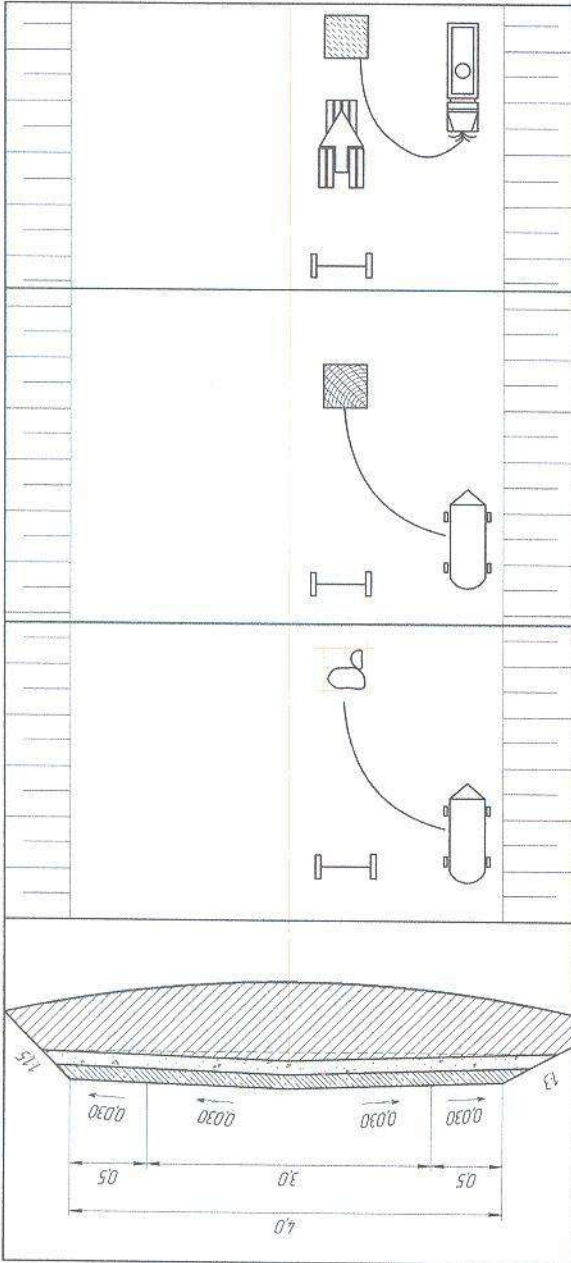
| | | | | | | |
|--------------------------------|---|--|---|--|--|--|
| Номер операції | 1 | 2,3 | 4,5 | 6,7 | 8,9 | 10,11 |
| Поперечний профіль | | | | | | |
| Перелік технологічних операцій | 1. Розроблення ґрунту в при-трасовому резерві та переміщення його в земліє полотню буса | 2. Розподілення, плацубання і профілювання ґрунту 3. Ущільнення ґрунту катком | 4. Розпушування ґрунту поверхні земляного полотна 5. Навантаження щедено на автомобіль-самоскиди | 6. Транспортування і розвантаження щедено в кули по осі земляного полотна 7. Розподілення щедено рівно-мірним шаром, збирання щедено та розпушеного ґрунту у ваги | 8. Набірвання, підвезення й розподілення вади 9. Змішування вологого щедено з ґрунтом | 10. Плацубання і профілювання ґрунтащедено 11. Ущільнення ґрунтащедено 12. Контроль якості виконання робіт |
| Ресурси на довжину ганці | 1. Бульдозер Caterpillar D6K | 1. Автосрейдер ДЗ 122 2. Каток Волрад ВМ164АД | 1. Спеціалізоване набісне обладнання на Caterpillar D6K | 1. Автомобіль-самоскид КраЗ-25661 2. Автосрейдер ДЗ 122 | 1. Поліво-мійна машина Даевоа Maximus 2. Спец. набісне обладнання на Caterpillar D6K | 1. Поліво-мійна машина Даевоа Maximus 2. Каток Волрад ВМ164АД |
| Склад ланок | 1. Машиніст В.р. - 1 | 1. Машиніст В.р. - 1 2. Машиніст В.р. - 1 | 1. Машиніст В.р. - 1 | 1. Машиніст В.р. - 1 2. Машиніст В.р. - 1 | 1. Водій В.р. - 1 2. Машиніст В.р. - 1 | 1. Водій В.р. - 1 2. Машиніст В.р. - 1 |

КР.205.03.ЛГ.БР.1.2.02.03.000КТ

Земельна схема
робіт з будівництва об'єкту
ЛГ.БР.1.2.02.03.000КТ

Лист № 1 з 1
Листів 4
Масштаб 1:25
Ст. 29 (в-5)
НІПТ України

Дата: 01.08.2017
Відомості: 01



| | | | |
|--------------------------------|---|---|---|
| Номер і довжина гонці, м | 1 | 2 | 3 |
| Довжина діл. робіт, м | 1, 2, 3 | 4, 5 | 6, 7, 8 |
| Поперечний профіль | | | |
| Перелік технологічних операцій | <ol style="list-style-type: none"> Встановлення технічних засобів організації руху на ремонтній ділянці Очищення покриття від пилу і бруду Розмітка контурів місць ремонту | <ol style="list-style-type: none"> Видалення по розміченому контуру пошкодженого покриття з одночасним усунуванням відходів матеріалу покриття на узліччя Очищення місця ремонту від пилу і дрібязку стиснутим повітрям | <ol style="list-style-type: none"> Вкладання граблів в ями. Зволоження граблів Ущільнення ремонтних місць катком |
| Ресурси на довжину гонці | <ol style="list-style-type: none"> Переносні огорожувальні та дорожні знаки, ручний інвертар Компресор Caesar M50 PE | <ol style="list-style-type: none"> Відбивний молоток Mighty Seven SM-3222 Лопата Компресор Caesar M50 PE | <ol style="list-style-type: none"> Поліва-мийна машина Dewo Maximus Каток Voltag BW164AD |
| Склад ланок | <ol style="list-style-type: none"> Дорожній робітник II р. - 1 Машиніст компресора - 1 | <ol style="list-style-type: none"> Дорожній робітник III р. - 1 Дорожній робітник II р. - 1 Машиніст компресора - 1 | <ol style="list-style-type: none"> Водій V кл. - 1 Машиніст V р. - 1 |

Потреба в машинах, обладнанні та інструментах:

| Назва | Марка | Кількість |
|--|----------------------|-----------|
| Відбивний молоток | Mighty Seven SM-3222 | 2 |
| Компресор | Kaesar M50 PE | 1 |
| Каток | Voltag BW164AD | 1 |
| Рейка контрольна довжиною 3 м | | 1 |
| Граблі металеві | | 2 |
| Мішалка | | 1 |
| Лопата | | 2 |
| Шнур | | 1 |
| Візок | | 1 |
| Відро | | 3 |
| Сокира | | 1 |
| Комплект технічних засобів організації дорожнього руху | | 1 |

Основні техніко-економічні показники на 10 м² відремонтованого дорожнього покриття:

- затрати праці 0,49 люд-днів;
- потреба в машинах 0,25 маш-год;
- виробіток на одного працівника 1,67 м²

КР-205-03/ЛГ.БР.12.03.01.000.03

Реконструкція старого дорожнього покриття шляхом організації ремонтних робіт на ділянці довжиною 125 м. Роботи виконуватимуться згідно з проектом організації дорожнього руху.

№ 125

Ділянка: 1. Дорожній робітник II р. - 1

Машиніст компресора - 1

Водій V кл. - 1

Машиніст V р. - 1

Всього: 4

ІНТУ-Україна