

# СТРОИТЕЛЬСТВО ЛЕСНОЙ ДОРОГИ



METLA

# СТРОИТЕЛЬСТВО ЛЕСНОЙ ДОРОГИ



**Авторы:**

Пааво Киискинен, Харри Савонен и Тимо Томпери  
Лесной колледж Валtimo

**Редактор:**

Сари Карвинен, НИИ леса Финляндии

**Перевод:**

Людмила Лейнонен

**Вёрстка:**

Корйо Niini Oy

**Фото:**

Авторы, Василий Катаров,  
Лесной центр Финляндии,  
Ассоциация лесной промышленности Финляндии

**ISBN:**

978-951-40-2521-1 (в переплете)  
978-951-40-2518-1 (PDF)

**Издатель:**

Научно-исследовательский  
институт леса Финляндии  
Йоэнсуу 2014

**Типография:**

Grano Oy, Mikkeli, 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1</b>	<b>РАСЧИСТКА ПОЛОСЫ ОТВОДА</b>	<b>7</b>
1.1	Подготовительные работы	7
1.2	Использование порубочных остатков	9
1.3	Расчистка полосы отвода	9
1.4	Рубки на слабых грунтах	10
<b>2</b>	<b>ЗАЩИТА ВОДОЕМОВ</b>	<b>11</b>
2.1	Планирование	11
2.2	Гашение энергии водного потока	11
2.3	Перемычки	12
2.4	Организация стока воды с дорожной полосы	12
2.5	Дренажные ямы	12
2.6	Строительство водопропускных труб	14
<b>3</b>	<b>ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТ</b>	<b>15</b>
3.1	Строительная техника	15
3.2	Ключевые принципы планирования строительства дороги	16
3.3	Схема передвижения техники во время работы	17
3.4	Управление рабочей нагрузкой	17
3.5	Дорожная конструкция	18
<b>4</b>	<b>СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГИ НА МИНЕРАЛЬНЫХ ГРУНТАХ</b>	<b>19</b>
4.1	Подготовка основания земляного полотна	19
4.2	Снятие плодородного грунта с поверхности, занимаемой боковыми канавами	21
4.3	Строительство канав и профилирование откосов	22
4.4	Перемещение грунта из выемки в насыпь	23
4.5	Планировка поверхности	24
4.6	Рекультивация ландшафта	25
<b>5</b>	<b>СЛАБЫЕ ГРУНТЫ И БОЛОТА</b>	<b>26</b>
5.1	Искусственные укрепления	27

5.2	Укрепление грунта основания	28
5.3	Армирование основания	28
<b>6</b>	<b>УКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТА С ПОМОЩЬЮ НАСТИЛА ИЗ ПРОДОЛЬНО-ПОПЕРЕЧНЫХ ЛАГ</b>	<b>29</b>
6.1	Строительство настила	29
6.2	Изоляция	31
6.3	Строительство боковых канав	31
6.4	Возведение земляного полотна	32
6.5	Выравнивание и уплотнение	32
6.6	Конструктивные особенности в условиях особо слабых грунтов	33
<b>7</b>	<b>ДРУГИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДОРОГИ</b>	<b>34</b>
7.1	Подготовка основания насыпи, размещенной на косогоре	34
7.2	Резервы	35
7.3	Пересечения и примыкания (участки перекрестка)	35
7.4	Водопропускные сооружения	37
7.5	Разъезды	40
7.6	Разворотные петли	40
7.7	Погрузочный пункт, промежуточные места разворота и площадка для хранения лесоматериалов	42
7.8	Устройство покрытия	43
7.9	Элементы обустройства дороги	44
7.10	На что еще обратить внимание при строительстве дороги	45
<b>8</b>	<b>РАБОЧАЯ СРЕДА</b>	<b>46</b>
8.1	Спецодежда и средства индивидуальной защиты	46
8.2	Требования безопасности	47
8.3	Предупреждение ущерба в результате утечки жидкостей	49
	<b>ЛИТЕРАТУРА</b>	<b>50</b>



## К ЧИТАТЕЛЮ

Целью пособия является содействие развитию и гармонизации технологий строительства лесных дорог. Данное издание предназначено, главным образом, для работающих и обучающихся в сфере дорожного строительства и благоустройства. Материалы пособия также могут быть полезны лесовладельцам и специалистам по проектированию дорог.

Представленные в пособии этапы дорожных работ рассматриваются с точки зрения машиниста-экскаваторщика, выполняющего определенные операции на рабочем участке. В основу учебного материала легли многолетний практический опыт и сложившиеся представления о дорожных работах, которые подразделяются на работы по расчистке полосы отвода от леса и работы по возведению земляного полотна. В описании каждого рабочего этапа особое внимание обращено на моменты, влияющие на конечный результат. Кроме этого, материал пособия способствует выработке базовых навыков управления воздействием на природную среду, в особенности на водоемы.

Лесные дороги являются одной из важнейших составляющих лесопромышленной инфраструктуры, поэтому для достижения качественных и количественных показателей, характеризующих стабильно функционирующую сеть лесных дорог, машинисту строительной техники необходимо обладать разносторонними навыками. Грамотное планирование и четкая организация производства работ позволяют снизить расходы на строительство лесной дороги и уменьшить объем последующего ремонта. Дорога – это долгосрочные инвестиции, поэтому качество строительных работ скажется на эксплуатационных показателях возводимого объекта в отдаленном будущем.

При организации строительства руководствуются полученным от заказчика заданием (техническим проектом), в котором отражены основные параметры и качественные характеристики объекта. Кроме этого во внимание принимаются природоохранные требования и меры по сохранению водного режима. В настоящее время строительные работы выполняются различными технологическими комплексами. На выбор технологии влияет имеющийся в распоряжении парк машин и механизмов. Подрядчики и машинисты в пределах своих рабочих участков работают самостоятельно, поэтому применяемые компаниями рабочие модели часто отличаются друг от друга.

Данное пособие составлено в рамках проекта «Новые трансграничные решения в области интенсификации ведения лесного хозяйства и повышения степени использования топливной древесины в энергетике», финансируемого программой Karelia ENPI CBC. Материал доступен в электронном виде на портале Lesinfo.fi.

Мы надеемся, что это пособие поможет специалистам в овладении инструментом четкой постановки задач и в управлении качеством работ на каждом этапе строительства.

Пааво Киискинен, Харри Савонен и Тимо Томпери





## I РАСЧИСТКА ПОЛОСЫ ОТВОДА

### 1.1 Подготовительные работы

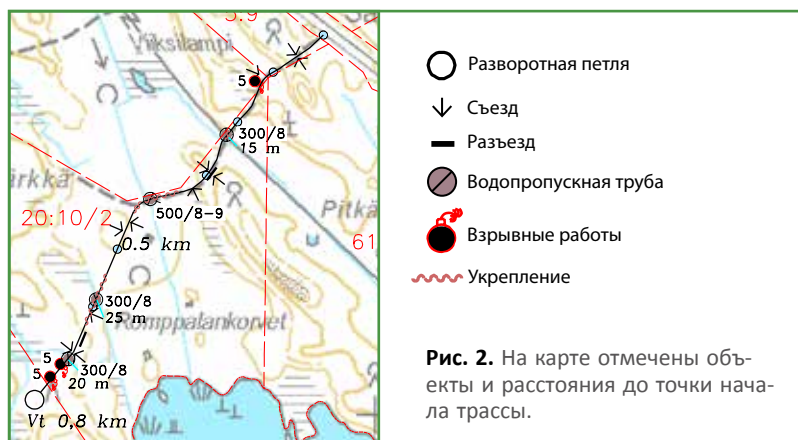
До начала расчистки трассы определяют период проведения работ, подбирают подходящую технику и способы ее доставки. Также на подготовительном этапе прорабатывают следующие пункты: организация вывозки лесоматериалов с делянки; обслуживание машин и механизмов; инструкции по проведению рубок; количество вырубаемой древесины и ее сортиментная структура; расположение погрузочных пунктов и период транспортировки лесоматериалов. На этом этапе необходимо вооружиться знаниями, касающимися технологии строительства и конструкции земляного полотна (в рамках конкретного проекта). Для этого предварительно знакомятся с информацией о размещении вынесенных в натуру отметок и об устройстве таких элементов дороги, как водопропускные трубы и канавы, выемки и места склади-



рования грунта, разъездные и разворотные площадки. Кроме этого, до начала лесосечных работ уточняются такие характеристики участка как рельеф, состав и несущая способность грунтов, а также рассматривается необходимость строительства укреплений в условиях слабых грунтов.



**Рис. 1.** Проектными отметками обозначены элементы дороги. Отметки сохраняются на время проведения рубок.



## 1.2 Использование порубочных остатков

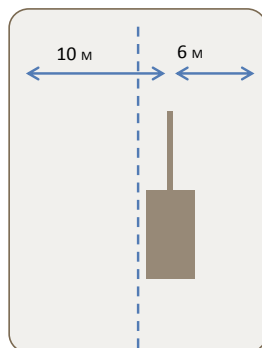
Дальнейшее применение порубочных остатков, порядок их вывозки и складирования необходимо определить до начала проведения рубок. Порубочные остатки можно использовать для улучшения несущей способности слабых грунтов, и эти работы должны быть учтены в предварительном плане.



**Рис. 3.** На устойчивых к нагрузкам грунтах деревья валят по схеме «валка вперед». Порубочные остатки оставляют в кучах для удобства погрузки и вывозки их с делянки.

## 1.3 Расчистка полосы отвода

Расчистку полосы отвода необходимо проводить, руководствуясь принципом рационального использования произрастающего на ней древостоя. Например, тонкомер, не представляющий коммерческой ценности, заго-



**Рис. 4.** Во время рубок машина движется вдоль осевой линии.

тавливают на дрова вплоть до 3-х–4-х сантиметровых диаметров. Заготовка ведется главным образом по схеме «валка вперед», при этом порубочные остатки остаются в кучах.

## 1.4 Рубки на слабых грунтах

На участках со слабыми грунтами деревья валят вершиной на вырубку, под углом  $90^\circ$  к направлению движения машины. Поскольку пни будут оставлены на вырубке нетронутыми, стволы стараются спиливать по возможности ближе к поверхности земли. Балансовую древесину от сучьев не очищают, ее оставляют в виде целых деревьев на участке.





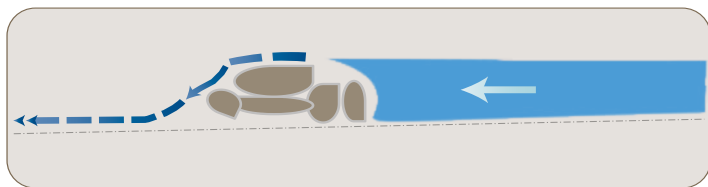
## 2 ЗАЩИТА ВОДОЕМОВ

### 2.1 Планирование

В проекте строительства дороги предусмотрены меры обеспечения экологической безопасности строительных работ, необходимые для минимизации загрязнения водоемов и грунтовых вод. Лесные дороги стремятся прокладывать главным образом на минеральных почвах в обход участков со слабыми грунтами. Ручьи, заболоченные места и выходы грунтовых вод также стараются огибать.

### 2.2 Гашение энергии водного потока

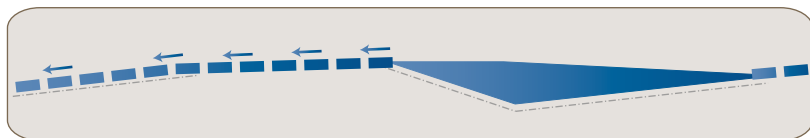
Для предотвращения выноса почвенных частиц и размыва дна в русле канавы рекомендуется устраивать гасители, выполненные в виде каменной наброски.



**Рис. 5.** Для строительства гасителя используют грунт, валуны или глыбы. Благодаря плотной конструкции, управляемый поток воды перетекает поверх сооружения.

## 2.3 Перемычки

Уменьшить вымывание из почвы питательных веществ и твердых частиц можно с помощью канав, построенных в виде прерывистой линии. Между траншеями оставляют перемычки нетронутого грунта.



**Рис. 6.** Перемычки оставляют на расстоянии 20 м друг от друга.

## 2.4 Организация стока воды с дорожной полосы

На пересеченной местности воду можно отводить за границы дорожной полосы. Цель – минимизировать объем воды, заполняющей канаву.



**Рис. 7.** Через определенные отрезки линию канавы отводят в сторону (перпендикулярно дороге). Расстояние между водоотводными канавами составляют несколько десятков метров. Водоотводная канава заканчивается дренажной ямой.

## 2.5 Дренажные ямы

Назначение дренажной ямы – предотвратить прямой сток в естественные и искусственные водотоки. Таким способом минимизируют попадание твердых частиц в водоемы. Организацией поверхностного стока стремятся охватить максимум водосборной площади.



**Рис. 8.** Дренажные ямы устраивают в системе боковых и водоотводных канав. Эффективность дренажа зависит от размеров ямы: объем не менее  $1 \text{ м}^3$  и глубина более 1м. Дренажные ямы также устраивают в системе с водопропускными трубами.

## 2.6 Строительство водопропускных труб

Сильное течение на участке расположения водопропускной трубы можно ослабить с помощью гасителей или струенаправляющих конструкций. Препятствовать грязевому потоку, который мешает выполнению работ по сооружению моста и водопропускной трубы, можно с помощью плотины или изменения направления русла. Во время работы необходимо следить, чтобы неочищенная вода не попадала напрямую в водоем.



**Рис. 9.** Канавы с быстрым течением пропускают большой объем воды. На время строительства небольших водоотводных труб достаточно соорудить плотину в верхней канаве или отвести поток воды в сторону. На мелкозернистых грунтах можно использовать лесную подстилку в качестве фильтрующего материала.





## 3 ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТ

### 3.1 Строительная техника

Строительство лесной дороги – это не простая, требующая специальных навыков и квалификации задача. Выполнение работ на маломощной машине с высокой степенью износа затратно и неэффективно. Для строительства дороги следует использовать экскаватор массой как минимум 20 тонн. Такой экскаватор оптимально подходит с точки зрения режима и назначения работ. Экскаватор должен быть оснащен ковшом с гидравлическим механизмом поворота, усиленной гусеничной защитой, т.е. адаптирован для работы в лесу. Для строительства лесной дороги подходят бульдозеры массой от 15 до 25 тонн, оснащенные поворотным отвалом.

Доставка техники на рабочий участок осуществляется тягачем в сцепе с полуприцепной или грузовой платформой. При транспортировке следует уделять особое внимание технике безопасности.

В комплект необходимого оборудования также входят универсальный и планировочный ковш. Кроме этого могут потребоваться соответствующие приспособления для подъемных работ (ленты или цепи для подъема и перемещения труб), а также базовый комплект безопасности: лопата, огнетушитель, аптечка и препарат для очистки почвы от моторного масла. Для работы в темное время суток машина должна быть оснащена достаточно эффективным освещением.

## 3.2 Ключевые принципы планирования строительства дороги

Базовым условием организации строительства лесной дороги является максимальное использование местного грунта при возведении насыпи. Экологический раздел проекта рассматривает, в основном, вопросы защиты водоемов. Рекультивационные работы планируют с учетом ландшафта, который сформируется в будущем, например, через 10 лет. Каждая дорога является частью единой транспортной системы, которая служит как лесохозяйственным, так и другим целям.



**Рис 10.** Проект нацелен на минимальное количество привозных материалов, которые использовались бы преимущественно для устройства покрытий.

### 3.3 Схема передвижения техники во время работы

Машина выполняет работу, как правило, двигаясь передним ходом. Технику стремятся вести по центру полосы отвода: так легче придерживаться направления линии дороги и соблюдать ширину проезжей части в пределах проектных отметок.



**Рис. 11.** При организации мероприятий по обслуживанию техники машинисту необходимо учитывать риск повреждений поверхности земляного полотна на готовом участке дороги.

### 3.4 Управление рабочей нагрузкой

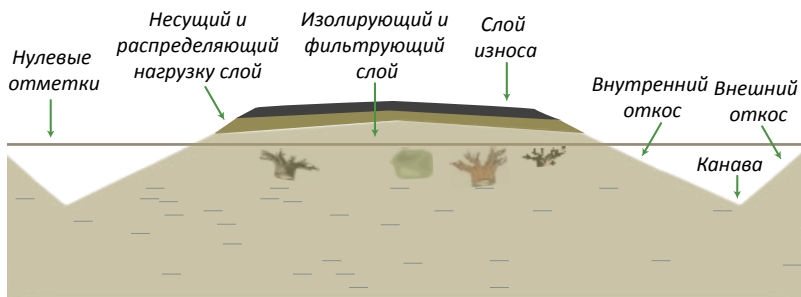
В процессе уборки крупных камней и корчевания пней необходимо учитывать риски повреждения техники. Управление нагрузкой на конструкцию машины возможно путем разделения рабочего процесса на отдельные операции.



**Рис.12.** Крупный камень легче извлечь из земли, если его предварительно окопать со всех сторон.

### 3.5 Дорожная конструкция

Элементами дорожной конструкции являются земляное полотно и дорожная одежда. Конструктивные слои дорожной одежды обычно объединяют в три группы: слой изоляции и фильтрации, слой несущий и распределяющий нагрузку, а также слой износа.



**Рис.13.** Параметры поперечного профиля дороги – ширина проезжей части, заложение откосов, уклон проезжей части и глубина боковой канавы – определяются в инструкциях в зависимости от назначения дороги. Также в соответствии с инструкцией принимаются параметры разъездных и разворотных площадок, примыканий и уширений.



## 4 СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГИ НА МИНЕРАЛЬНЫХ ГРУНТАХ

### Этапы строительства дороги на минеральных грунтах

- Расчистка поверхности
- Снятие плодородного грунта с поверхности, занимаемой боковыми канавами (резервами)
- Строительство канав и профилирование откосов
- Перемещение грунта из выемки в насыпь
- Планировка поверхности
- Рекультивация ландшафта

### 4.1 Подготовка основания земляного полотна

С поверхности в пределах всей дорожной полосы производят уборку камней, пни корчуют. По возможности камни и пни закапывают в грунт основания. На каменистых участках камни собирают в кучи и временно сохраняют в таком виде.



**Рис. 14.** Если камней не много, то их вместе с перевернутыми пнями укладывают в нижний слой основания. При насыпях высотой более 1 м пни можно оставлять невыкорчеванными.

## 4.2 Снятие плодородного грунта с поверхности, занимаемой боковыми канавами

В условиях пучинистых грунтов необходимо применять конструкции с теплоизоляционным слоем. В качестве изоляционного материала, препятствующего подъему капиллярной влаги, можно использовать плодородный слой лесной почвы.



**Рис.15.** С поверхности, занимаемой боковыми канавами, срезается пласт дерна и укладывается на поверхность основания в перевернутом виде.

### 4.3 Строительство канав и профилирование откосов

Глубина выемки определяется в зависимости от требуемой интенсивности осушения земляного полотна. Строительство боковых канав начинается на той половине, на которой находится экскаватор, и каждая сторона проходки, ширина которой составляет примерно два–три размера ковша, разрабатывается обычно за один прием. Профилирование внутренних откосов выполняют одновременно с разработкой выемки в завершенном или почти в завершенном виде.

Если линия дороги проходит по косогору, то выемку разрабатывают только с нагорной стороны насыпи.



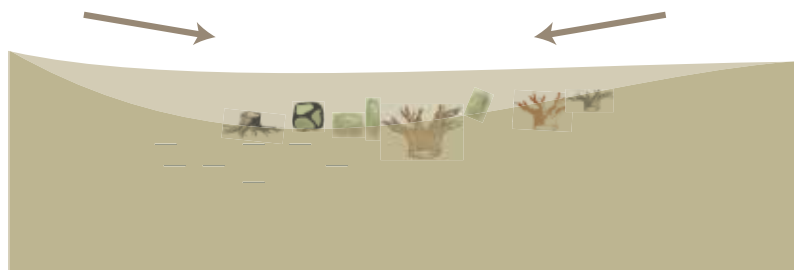
**Рис. 16.** Камни с целью очищения от почвы укладывают в высокую кучу. Крупные камни (валуны) собирают и укладывают в стену внешнего или, в крайнем случае, внутреннего откоса.



## 4.4 Перемещение грунта из выемки в насыпь

Расстояние перемещения грунта может составлять до нескольких десятков метров, на следующем этапе грунт разравнивают по площади захватки. На неровных участках грунт можно перемещать в продольном по отношению к оси дороги направлении.

На слабых грунтах возведение насыпи выполняют после осушения основания.



**Рис. 17.** Крутизну уклона продольного профиля можно уменьшить с помощью заполнения небольших углублений. В качестве заполнителя могут использоваться, например, пни из примыкающих к дороге участков, которые также послужат для укрепления основания.

## 4.5 Планировка поверхности

По окончании укладки грунта на захватке (около 20–30 м) приступают к завершающей операции. По ходу движения в обратную сторону машина выравнивает уложенный позади грунт, при этом аккуратно планируют внутренний откос. Откос должен быть очищен от камней и других включений, которые препятствовали бы в будущем расчистке обочины от поросли. При этом стремятся достичь ровной поверхности без использования привозных смесей. В условиях водонепроницаемых грунтов поперечный уклон можно увеличить с целью оптимизации поверхностного стока воды и экономии дорожно-строительных материалов.

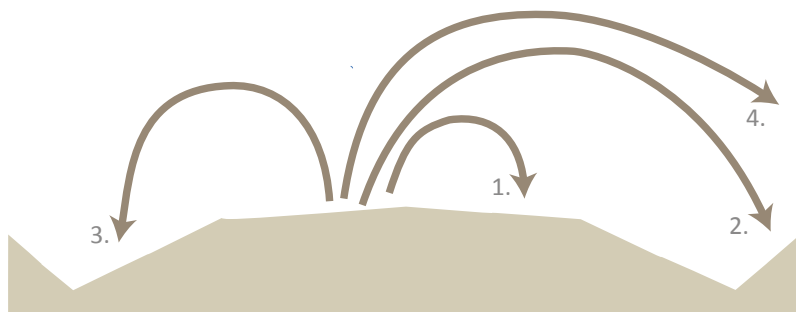
Часто на объекте строительства попадаются участки, требующие осушения. Поэтому земляное полотно желательно оставить для просушки и уплотнения путем консолидации до следующего лета. Исключением являются объекты на крупнозернистых грунтах. В этом случае уплотнение и профилирование поверхности (распределение гравийных смесей) проводят во время завершающей стадии строительства.



**Рис. 18.** Когда поверхность земляного полотна сформирована, можно приступать к уплотнению с помощью катка. В условиях строительства на слабых грунтах уплотнение не проводят или производят после консолидации грунта земляного полотна. Длительность периода консолидации зависит от свойств грунта и погодных условий. Осушение верхнего слоя, устроенного из крупнофракционного материала, возможно в течение нескольких дней в сухой летний период.

## 4.6 Рекультивация ландшафта

Отходы рубок, резервы, а также отвалы из камней и пней, созданные в процессе работ, необходимо интегрировать в окружающий ландшафт. Рекультивация ландшафта – это мероприятие, которым сопровождается каждый этап строительства. Применяются такие методы, как захоронение и укрытие. Собранные камни и пни целесообразней захоронить в готовых резервах. Для этого места складирования камней и пней определяются проектом за резервом или возле него. Древесные отходы, порубочные остатки и оставшиеся пни интегрируют в природную среду.



**Рис. 19.** Очередность выбоа места под рекультивацию: 1. В основание насыпи; 2. Во внешний откос; 3. Во внутренний откос; 4. За границы полосы отвода (резервы, прилегающие территории).



**Рис. 20.** Укладка камней, поднятых из резерва, во внешний откос.



## 5 СЛАБЫЕ ГРУНТЫ И БОЛОТА

### **Этапы строительства земляного полотна на слабых грунтах и болотах**

- Строительство искусственных укреплений во время рубки
- Строительство водоотводных канав
- Снятие грунта с поверхности, занимаемой боковыми канавами
- Разработка грунтов боковых канав
- Укладка водопропускных труб
- Разработка или перемещение грунтов при возведении земляного полотна
- Планировка поверхности проезжей части

## 5.1 Искусственные укрепления

Возведение земляного полотна в условиях переувлажненной и заболоченной местности является наиболее трудоемким этапом строительства лесной дороги. Частая смена естественных грунтов может происходить и на небольшом отрезке строящегося сооружения. Строительство укреплений оправданно, если эта мера не противоречит проекту, функциональным и хозяйственным характеристикам объекта. Поверхностный слой на торфяных почвах не снимают. Укрепления сооружают непосредственно на поверхности торфяной залежи во время расчистки полосы отвода. Наиболее распространенным и надежным методом является сооружение сланей из очищенных стволов и порубочных остатков. На участках особой сложности применяют методы, требующие больших затрат: укрепление обочин, строительство глубоких осушительных канав, замена грунта и применение деревянных свай.

Для деревянных укреплений следует использовать только свежеспеленную древесину. Для предотвращения гниения готовую слань плотно покрывают дерном или тяжелым суглинком, устраняя таким образом доступ кислорода.

### **Хворостяная выстилка**

Обычно метод используется при строительстве дорог, способных выдержать движение тяжелой техники только в зимний период. Для легковых автомобилей эти дороги доступны в течение всего года. Укрепления строят из тонкомерных стволов, хвороста, веток и вершин деревьев, которые укладывают крест-накрест и внахлест, толщина конструкции должна быть не менее 0,5 м.

### **Настил из целых деревьев**

Укрепление основания с помощью целых деревьев подходит для небольших переувлажненных участков, вблизи которых обеспечен доступ, как к древесине, так и к минеральным грунтам. Этот метод можно использовать также с целью увеличения высоты насыпи земляного полотна.

Для конструкции шириной около 4–5 метров используются неочищенные стволы хвойных деревьев диаметром 8–10 см. Стволы укладывают слоями под углом 45° по отношению к оси дороги.

### **Настил из продольно-поперечных лаг**

Этот метод используется для повышения несущей способности грунтов на самых сложных участках дороги. Данная конструкция выдерживает движение тяжелой техники в течение всего года.

Для продольных и поперечных лаг выбирают прочные хлысты диаметром более 10 см. Хлысты разделяют на бревна длиной около 4,5 м. С целью предотвращения гниения древесины конструкцию герметично укрывают слоем торфа. Более подробное описание работ представлено в 6 главе.

## **5.2 Укрепление грунта основания**

Этот метод используют для усиления основания на грунтах с влажностью, близкой к границе текучести, несущая способность которых настолько незначительна, что таких мер, как строительство укрепленных обочин, недостаточно. На таком участке производят замену грунта основания. В качестве заполняющего материала используются щебень, гравий и другие каменные материалы.

## **5.3 Армирование основания**

Геотекстиль и геосетки используют на слабых основаниях для разделения фракций слоев дорожной одежды (из щебня и гравия) и распределения нагрузки покрытия на поверхность основания. Армированный слой является альтернативой хворостяной выстилке и настилу из целых деревьев. В конструкции дорожной одежды геополотнами заменяют фильтрующий и разделяющий слой, поэтому в данном случае можно обойтись без теплоизоляции.



## 6 УКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТА С ПОМОЩЬЮ НАСТИЛА ИЗ ПРОДОЛЬНО-ПОПЕРЕЧНЫХ ЛАГ

### 6.1 Строительство настила

Настил из продольно-поперечных лаг строят из заготовленных во время расчистки полосы отвода бревен диаметром более 10 см (длина 4,5 м). Подкладочные бревна укладывают внахлест в продольном по отношению к дороге направлении. Следующий ряд укладывают на подкладочные бревна под углом 90°. Настил представляет собой прямоугольную конструкцию из ровных штабелей.



Рис. 21. Конструкция настила.

## 6.2 Изоляция

Настил и уложенный поверх него минеральный грунт необходимо изолировать. В качестве изоляции можно использовать геотекстиль, выполняющий фильтрующие функции, или растительный слой (срезанный на участке, где предполагается заложить резерв).



**Рис. 22.** Срезанный с поверхности, занимаемой боковыми канавами, пласт укладывают поверх настила в перевернутом виде.



### 6.3 Строительство боковых канав

Грунт из боковых канав укладывают возле настила. При рекультивации ландшафта на торфяных почвах в первую очередь используют откосы боковых канав.



**Рис. 23.** Предотвратить гниение древесины возможно, если конструкцию, включая ее края, герметично укрыть.

## 6.4 Возведение земляного полотна

Для строительства земляного полотна необходимо использовать только минеральный грунт. Если поблизости нет участка с минеральной почвой и толщина торфяной залежи менее 1 м, материал для отсыпки насыпи можно извлечь из боковой канавы.



**Рис. 24.** Грунт перемещают на середину настила экскаватором или бульдозером. Работа бульдозера в данном случае является более эффективной.

## 6.5 Выравнивание и уплотнение

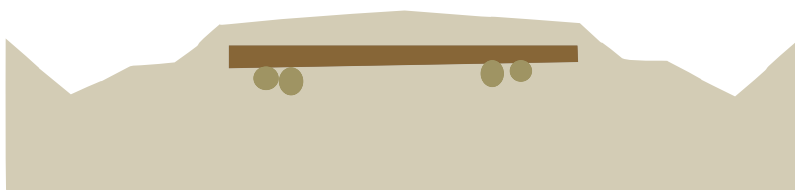
При планировке поверхности земляного полотна стремятся обходиться без привозного материала. Формируя двухсторонний уклон в поперечном профиле, обеспечивают беспрепятственный сток воды с поверхности проезжей части.



**Рис. 25.** После планировки покрытие можно уплотнить проходами техники по настилу. При слабой несущей способности грунтов уплотнение не проводят или производят после осушения поверхности.

## 6.6 Конструктивные особенности в условиях особо слабых грунтов

В местах, где грунт обладает очень низкой несущей способностью, можно увеличить ширину конструкции настила.



**Рис. 26.** В условиях особо слабых грунтов расстояние между боковыми канавами и границей проезжей части увеличивают. В этом случае канаву строят дальше от бровки земляного полотна, оставляя так называемые бермы, и поперечный профиль формируют с отдельным откосом.



## 7 ДРУГИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДОРОГИ

### 7.1 Подготовка основания насыпи, размещенной на косогоре

Рабочую отметку насыпи определяют с учетом минимизации работ, касающихся нарезки уступов и укрепления обочин. Для отсыпки в укрепляющую часть обочины стремятся использовать местный грунт, полученный при нарезке уступов. В качестве строительного материала используют минеральный грунт, лучшие части которого укладывают в пределах обочины. Каждый слой укрепления обочины, высота которой превышает 1м, уплотняют. Работы по нарезке уступов не следует проводить в условиях скальных и каменных грунтов. На грунтах, подверженных эрозии, откосам уступов и обочин придают более пологий уклон. Для устройства укреплений подтопляемых откосов используют крупнофракционные смеси.

Еще в 80-е годы для разработки косогорных участков использовались в основном бульдозеры. В настоящее время их стали вытеснять более совершенные экскаваторы. Это, вместе с дефицитом опытных бульдозеристов, послужило причиной того, что лесные дороги одними лишь бульдозерами больше не строят. В настоящее время широкое распространение получила рабочая схема «экскаватор-бульдозер», и именно на косогорных участках бульдозер проявил себя незаменимой техникой.

## 7.2 Резервы

Работы по перемещению грунта (на расстояния) проводят, если вблизи строящегося объекта не хватает строительного материала, но в границах полосы отвода имеются месторождения подходящего грунта. На рентабельность работ влияют, в частности, такие факторы, как имеющаяся в распоряжении техника, расстояние перемещения, несущая способность основания и особенности рельефа. Места разработки резервов определены на стадии планирования работ и отмечены на местности.

## 7.3 Пересечения и примыкания (участки перекрестка)

Проектные решения, касающиеся строительства пересечений и примыканий, учитывают назначение и категорию дороги, а также меры обеспечения безопасности движения. Для строительства пересечений выбирают по возможности ровный участок. Пересечение, сопряженное с дорогой под углом  $90^\circ$  (Т-образное), является наиболее удобным, общепринятым вариантом. При строительстве руководствуются инструкцией и нормативными документами по соответствующей категории дороги.

При строительстве примыканий, сопряженных с дорогой общего назначения, придерживаются специальных для этого случая инструкций, например, продольный уклон съезда должен быть направлен в противоположную от дороги сторону.



**Рис. 27.** Т-образное пересечение – наиболее приемлемая для лесной дороги форма перекрестка на ровном участке.

В пределах пересечения на строительство дороги уходит больше материала, чем на других участках. Потребность в объемах строительного материала зависит от ширины перекрестка и возможного обустройства стояночного места. Поскольку при разработке боковых канав грунт получают в ограниченном количестве, недостающий объем добывают из резервов, устроенных вне полосы отвода. Для рекультивации резервов используется растительный грунт, срезанный при строительстве земляного полотна.

Так называемые «лесные примыкания» – это водопропускное сооружение или съезд, по которым лесная техника покидает придорожную зону. Во избежание повреждений дороги и боковой канавы в расчетах предусматривают нагрузку лесовоза при выполнении поворота. Примыкания устраивают на расстоянии 100–200 м друг от друга в зависимости от будущих потребностей. Подходящими участками для строительства примыканий являются разворотные петли, водоразделы и

перемычки канав. По необходимости примыкания строят также на косогорах и в низинных местах. Конструкция примыкания, пересекающего канаву, не должна препятствовать свободному течению воды. Решение может быть достигнуто, например, путем заполнения боковой канавы камнями.



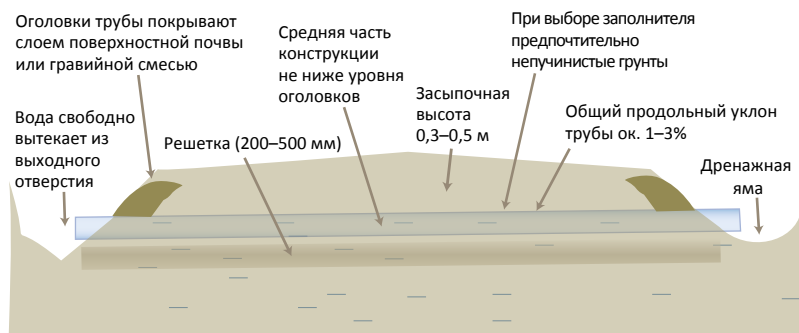
**Рис. 28.** Боковую канаву в пределах примыкания лесной дороги можно заполнить, например, камнями.

## 7.4 Водопропускные сооружения

Для оператора машины одной из технически сложных частей строящейся лесной дороги является строительство водопропускного сооружения. Участок расположения водопропускной трубы отмечен в проекте дороги, но иногда машинист вынужден вносить в первоначальный план изменения. Причинами коррекций могут являться, в частности, непригодность грунта или наличие крупного валуна в месте заложения трубы. Для траншеи выбирают наиболее низкие места, на

пример, зона старого русла. Трубы располагают перпендикулярно по отношению к оси дороги. До строительства траншеи на участке должна быть готовая дренажная канава. Высоты заложения трубы и основания дренажной канавы назначаются одновременно. В зависимости от размера трубы, ее верхний оголовок размещают или в одной плоскости с основанием канавы или выше этого уровня.

Наиболее эффективным (и быстрым) является метод копания траншеи в направлении укладки трубы. При слабой несущей способности разработку грунтов и выравнивание основания экскаватор выполняет поперек оси. В этом случае сначала подготавливают дренажные ямы достаточных размеров (объемом около  $1 \text{ м}^3$  и глубиной 1 м от основания готовой боковой канавы). Проектная длина трубы должна быть определена с таким расчетом, чтобы исключить изъятие грунта из основания насыпи на участке водоотвода. Обычно используются трубы длиной 8 м, длину можно корректировать путем укорачивания или удлинения с помощью соединительной муфты.



**Рис. 29.** Укладку и монтаж труб осуществляют согласно рабочим чертежам. Например, выгнутая труба должна стать прямой после уплотнения дорожного полотна под воздействием транспортных нагрузок.



Трубы перетаскивают в траншею с помощью ленты или осторожно переносят с помощью ковша. Монтаж трубы производится с осторожностью, даже мелкие повреждения могут повлиять на функциональность и прочность сооружения. Водопрпускную трубу укрывают слоями, общая толщина которых в зависимости от размера трубы и материала составляет от 0,3 до 0,5 м. Если в зоне доступа нет подходящего материала для насыпи (мелкофракционный минеральный грунт), трубу укрывают, например, торфяным грунтом.



**Рис. 30.** Правильно спроектированное и смонтированное водопрпускное сооружение может служить без ремонта в течение многих десятков лет.

## 7.5 Разъезды

С целью разъезда двух встречных транспортных средств на лесной автомобильной дороге устраивают специальные уширения. При выборе участка для уширения учитывают наличие требуемого расстояния видимости встречного транспорта. Участки для устройства уширений отмечены в проекте дороги. Уширения устраивают в пределах видимости встречного автомобиля, но не более 500 м друг от друга. В условиях пересеченного рельефа и извилистой трассы расстояние между уширениями сокращают. Уширения хорошо устраивать в вершинной части холма, на низинном участке и на вираже. При выборе участка исходят из целесообразности перемещения задним ходом с целью разъезда. В проектных решениях для таких участков дороги должны быть учтены параметры тяжелого лесовозного транспорта. Так, на прямолинейных участках трассы уширения устраивают с двух сторон проезжей части или с левой стороны по ходу загруженного транспорта и на вираже уширение всегда устраивают в зоне обочины.

## 7.6 Разворотные петли

Для устройства разворотных петель обычно выбирают ровные места. Когда дорога завершается на склоне, разворотную петлю устраивают преимущественно на нагорной части. Параметры сооружения рассчитывают с учетом полного разворота сортиментовоза с прицепом. Таким образом, разворотная петля должна быть размещена на достаточно обширной ровной площадке.

Планировку основания, как правило, начинают с середины. Если при выравнивании центрального участка возникают такие препятствия, как крупные камни или скальная поверхность, тогда увеличивают радиус петли и центральную часть не разрабатывают совсем.

Обычно строительство разворотной петли начинается со снятия поверхностного слоя почвы. Выкорчеванные пни и камни складывают в зоне обочины. После этого начинается разработка ямы, размеры которой рассчитывают с учетом захоронения пней и камней на полуметровую глубину. Необходимо помнить, что условия требуемой несущей

способности не обязательны для центральной часть разворотной площадки: грунт должен выдерживать вес порожнего автопоезда. Площадку можно также использовать для стоянки техники в перерывах эксплуатации.

Если центральная часть площадки занята скальным или крупнокаменистым (камни убрать невозможно) грунтом, места захоронения устраивают за пределами границ разворотной петли. Рекультивацию осуществляют в подходящих для этих целей укромных местах за пределами дорожной полосы или в стене внешнего откоса боковой канавы.



**Рис. 31.**  
Для маневрирования автопоезда требуются большие разворотные площадки.

## 7.7 Погрузочный пункт, промежуточные места разворота и площадка для хранения лесоматериалов

Погрузочный пункт (пп) – это пристроенная к дороге площадка для разворота автотранспорта или для выполнения погрузочно-разгрузочных операций. Данная технология – погрузка на лесовозный транспорт партий лесоматериалов, размещенных вдоль пп – обеспечивает безопасность выполнения работ. При проектировании пп учитывают траекторию движения автопоезда, выполняющего заезд или выезд задним ходом. Таким образом, в отличие от обычного примыкания, размер пп соответствует примерно четырехкратной ширине дороги.

Промежуточные места разворота устраивают через каждые 1–2 км. Выбор участка для строительства данных объектов обусловлен обеспечением безопасной траектории разворота. Преимущество имеет вариант, когда объект выполняет также функцию верхнего склада.

Площадка для хранения лесоматериалов должна обеспечивать функциональность и безопасность транспортировки леса на ближние и



**Рис. 32.** Обычно промежуточные места разворота проектируют как multifunctional structures, intended also for equipment parking and storage of forest materials.

дальние дистанции, поэтому в зоне верхнего склада ширину дороги необходимо увеличить. Собранные в процессе строительства пни и камни закапывают или выносят за пределы объекта (рекультивация ландшафта).

Различные объекты складского назначения можно по необходимости устраивать в зоне примыканий, функционирующих также в периоды распутицы.

## 7.8 Устройство покрытия

Новая дорога готова к эксплуатации после окончания строительства дорожной одежды. Материал рассыпают на сухое и плотное земляное полотно. Важным критерием устойчивости конструкции дороги является заранее подготовленное к последней фазе строительства основание. В зависимости от свойств грунта, период просушивания может составлять от 1 до 2 лет. В ином случае устройство покрытия можно проводить раньше, в зимний период, по замерзшему земляному полотну. Преимущество этого варианта – минимизация нагрузки на поверхность основания во время строительных работ.



**Рис. 33.** Устройство слоев дорожной одежды после просушки основания.

щими свойствами. Слой толщиной 10–20 см препятствует смешению пучинистого грунта основания с материалом покрытия и защищает от капиллярного увлажнения.

Толщина несущего слоя назначается по 10–20 см. Для этих целей применяют крупнозернистый гравий, каменную крошку или гранитный щебень крупностью 0–55 мм. Задача этого слоя – равномерно распределять нагрузку на основание и усилить конструкцию покрытия. Перед нанесением изнашивающего слоя поверхность профилируют и уплотняют.

Самый верхний слой дорожного покрытия – слой износа – улучшает проезжаемость дороги, непосредственно воспринимает и распределяет нагрузку на основные слои дорожной одежды. Еще одной задачей верхнего слоя является направление поверхностного стока воды в боковые канавы. Для строительства слоя износа используют вяжущие, устойчивые к нагрузкам гравийные или щебеночные смеси крупностью 0–32 мм. Дробленый материал, содержащий слишком крупные частицы, может повредить колеса автотранспорта. Слой толщиной 5–10 см отсыпают ровным ковром, профилирование можно проводить бульдозером или автогрейдером. Слой износа не должен смешиваться с нижними слоями. Готовую поверхность укатывают катком или уплотнение происходит в результате проходов транспорта. Таким образом, достигается прочная поверхность покрытия.

## 7.9 Элементы обустройства дороги

К элементам обустройства дороги относятся дорожные ограждения, дорожные знаки, шлагбаумы и километровые столбы.

В соответствии с условиями применения на лесных дорогах устраивают официально утвержденные дорожные знаки. К предупреждающим знакам, например, относятся: «Перекресток», «Крутой подъем», «Узкий участок дороги» и т.п. Если параметры дороги не соответствуют ее категории, то об этом водителей информируют специальные знаки. Также дорожные знаки оповещают об ограничениях, касающихся эксплуатации дороги. Например, знак «Ограничение массы» может быть актуален возле моста и во время распутицы.

Дорожные ограждения устанавливают с целью обеспечения безопасности движения, например, на высоких насыпях.

## 7.10 На что еще обратить внимание при строительстве дороги

Земляные работы при строительстве лесной дороги машинист экскаваторщик выполняет на основе подрядного договора. В основе строительства лесной дороги лежит прибыльный бизнес, который подчиняется тем же законам коммерции, что и другие виды землеустроительной деятельности. Об этом нельзя забывать при составлении сметы затрат на строительство дороги. Объем предложения на выполнение подрядных работ может определяться как комплексом услуг, так и количеством метров или количеством затраченных машиночасов.

При подготовке предложения необходимо учесть все затраты, связанные с реализацией проекта. В настоящее время среди критериев качества работы центральное место занимают вопросы окружающей среды и охраны водоемов. Следовательно, роль этих аспектов заслуживает особого внимания в процессе строительства дороги. Рабочий должен быть нацелен на качественное выполнение механизированных операций в тщательно продуманной последовательности. Хорошие отзывы клиентов будут способствовать успеху при поиске следующих бизнес-объектов.



## 8 РАБОЧАЯ СРЕДА

### 8.1 Спецодежда и средства индивидуальной защиты

Во время работы машинисту необходимо использовать спецодежду. Комплект машиниста также включает защитный шлем, сигнальный жилет, наушники, защитные очки, карманный фонарик и соответствующие видам работ перчатки.

Одним из условий комфорта и безопасности является содержание корпуса и окон машины в чистом и опрятном виде. Правила профессионального сообщества обычно запрещают курение в кабине машины.



## 8.2 Требования безопасности

Машинист должен знать инструкцию по технике безопасности при монтаже и эксплуатации машины, а также знать и соблюдать правила безопасной работы на машине.

Как правило, работы по строительству лесной дороги машинист выполняет самостоятельно, поэтому он берет на себя основную часть ответственности за обеспечение безопасных условий труда и контроль рисков повреждений.

План самостоятельной работы на производстве также включает предварительное информирование о месторасположении рабочего участка и предоставление своих контактных данных для связи при внезапном заболевании или несчастном случае. Машинист должен иметь при себе мобильный телефон с номерами своих непосредственных руководителей.



**Рис. 34.** В чистой кабине работать комфортнее. Хороший обзор и исправный блок управления являются залогом безопасной работы.

Предварительно на рабочем участке необходимо провести мониторинг особо опасных объектов, например, линий электропередач и подземных коммуникаций. Инструкцию по технике безопасности необходимо изучить с особой тщательностью.

Особую осторожность должен проявлять водитель во время работы в условиях, когда возможна потеря контроля над ситуацией, например, если экскаватор завяз или перевернулся. Эксплуатация экскаватора в пожароопасный период на каменистых грунтах связана с опасностью возгорания от искры в районе гусениц и рабочего органа.

Если объект строительства размещен в зоне движения пешеходов и автотранспорта (например, дороги общего назначения, рекреационные маршруты), то рабочий участок необходимо ограничить светофорами и предупреждающими знаками. Производственный процесс на данных объектах должен быть хорошо спланирован, также необходимо предусмотреть возможные ситуации временного прекращения работы.

Во время перерывов в работе или проведения технического обслуживания машины рабочий орган должен быть опущен в крайнее нижнее положение. Техническое обслуживание и ремонт машины производится согласно инструкции завода изготовителя данного экскаватора.



**Рис. 35.** При проведении технического обслуживания машины рабочий орган должен находиться на земле в устойчивом положении.

### 8.3 Предупреждение ущерба в результате утечки жидкостей

В случае утечки топлива, машинист должен без промедления связаться с непосредственным руководителем и обсудить дальнейшие действия. Таковыми могут быть, например, вызов на место аварии службы спасения. Попадание топлива в водоем необходимо предотвратить всеми возможными способами с помощью лопаты, впитывающего текстиля и т.д.

При транспортировке и хранении топлива необходимо соблюдать технический регламент, который в последнее время значительно изменился в сторону ужесточения и детализации.

Возможное передвижение экскаватора в местах пролегания водопроводных труб и колодцев следует рассматривать до начала работы на объекте.



**Рис. 36.** Впитывающий текстиль для очистки почвы от нефтепродуктов должен быть включен в комплект машиниста.

## ЛИТЕРАТУРА

Liikenneviraston ohjeita. 1/2014. Sorateiden kunnossapito.  
Доступно на: [www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi) Liikennevirasto, Helsinki

Metsätieohjeisto. 2001.  
Доступно на: [www.metsäteho.fi](http://www.metsäteho.fi). Koulutusaineisto, Metsäteho oy

Стабильно функционирующая сеть лесных дорог является одной из основных частей лесосырьевого обеспечения и грамотно выполненное строительство позволит снизить расходы и уменьшить объем последующего ремонта. Эксплуатационные показатели возводимого объекта скажутся в отдаленном будущем, поэтому для достижения качественных и количественных критериев машинисту строительной техники необходимо обладать разносторонними навыками.

Целью пособия является содействие развитию и гармонизации технологий строительства лесных дорог. Дорожные работы в пособии рассматриваются с точки зрения машиниста-экскаваторщика. В описании каждого рабочего этапа особое внимание обращено на моменты, влияющие на конечный результат.

Публикация подготовлена в рамках проекта «Новые трансграничные решения для повышения эффективности лесного хозяйства и увеличения использования топливной древесины» программы Приграничного Сотрудничества в рамках Европейского Инструмента Соседства и Партнёрства «Карелия». Программа финансируется Европейским Союзом, Российской Федерацией и Финляндией.



Распространяется на территории РФ бесплатно.

В электронном виде публикация находится в открытом доступе на сайте:

[Lesinfo.fi](http://Lesinfo.fi)