

625.7
П-80

**МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ БССР**
**БЕЛОРУССКИЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. С. М. КИРОВА**

На правах рукописи

В. Д. ПРОКОПЧУК

630*83:625.7/.8(043.3)

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕСТНЫХ УСЛОВИЙ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА
ЛЕСНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ
В ГОРНЫХ РАЙОНАХ ПРИКАРПАТЬЯ**

(Диссертация написана на русском языке)

Специальность 05.420 машины, механизмы и технология
лесоразработок, лесозаготовок и лесного хозяйства.

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

МИНСК — 1972

625.7
П-80

КМ

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ БССР

БЕЛОРУССКИЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. С. М. КИРОВА

На правах рукописи

В. Д. ПРОКОПЧУК

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕСТНЫХ УСЛОВИЙ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА
ЛЕСНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ
В ГОРНЫХ РАЙОНАХ ПРИКАРПАТЬЯ

2762 ар.

Специальность 05.420 машины, механизмы и технология
лесоразработок, лесозаготовок и лесного хозяйства.

БИБЛИОТЕКА БТИ
ИМЕНИ С. М. КИРОВА

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

МИНСК — 1972

Диссертационная работа выполнена на кафедре сухопутного транспорта леса Львовского лесотехнического института.

Научный руководитель — доктор технических наук,

профессор В. Г. Гастев.

Официальные оппоненты:

член-корреспондент АН БССР, доктор технических наук, профессор Б. И. Ладыгин, начальник лаборатории дорожных покрытий ЦНИИМЭ, кандидат технических наук А. С. Иванович.

Ведущее предприятие — комбинат «Прикарпатлес» Министерства лесной и деревообрабатывающей промышленности УССР.

Автореферат разослан « 12 » ~~мая~~ . . . 1972 г.

Защита диссертации состоится « 14 » ~~июня~~ . . . 1972 г. на заседании Совета Белорусского технологического института им. С. М. Кирова, г. Минск, ул. Свердлова, 13-а, корпус 4, ауд. 220.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Ученый секретарь Совета,
кандидат технических наук,
доцент



И. М. Плехов.

В В Е Д Е Н И Е

В директивах XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 гг. поставлена задача: повысить эффективность производства на основе технического прогресса, совершенствования организации производства и повышения производительности труда. В решении этой задачи значительная роль принадлежит и лесной промышленности.

Промышленное освоение лесов горных районов Карпат требует создания постоянной сети лесных дорог достаточной густоты, необходимой для интенсивного ведения лесного хозяйства.

Истощение лесосырьевых баз и переход на постепенные и выборочные рубки в буковом хозяйстве, включение в промышленный баланс древесины от рубок ухода привело к сильному рассредоточению лесосечного фонда. В этих условиях существующие лесовозные узкоколейные железные дороги стали неэффективными и наращивание их сети потеряло смысл, так как затраты на строительство усов в ряде случаев превышают стоимость всего количества вывозимой по ним заготовленной древесины.

В настоящее время лесокombинаты горных районов Карпат ведут сравнительно интенсивное строительство автомобильных лесных магистралей, веток и усов. В большинстве случаев неэффективные узкоколейные железные дороги заменяются автомобильными. В настоящее время строительство автомобильных лесных дорог ведется без учета специфики района и местных факторов, влияющих на прочность и долговечность дорожной конструкции. Поэтому построенные в некоторых лесокombинатах из местных каменных материалов лесные автомобильные дороги имеют неэкономичные конструкции дорожной одежды, часто выходят из строя и требуют дорогостоящих восстановительных ремонтов.

В связи с изложенным возникла необходимость проведения исследований региональных природных условий и факторов, влияющих на прочность конструкций дорожных одежд автомобильных лесных дорог зоны горных лесов Карпат, а

также качественных характеристик местных материалов с целью определения степени их пригодности для использования в дорожном строительстве.

Настоящая работа посвящена исследованию местных условий проектирования и строительства лесных автомобильных дорог, разработке рекомендаций по улучшению качества проектирования и повышению эффективности их строительства из местных материалов в горных районах Прикарпатья (северо-восточные склоны Карпат).

Диссертация изложена на 154 страницах машинописи, иллюстрирована 40 рисунками и фотографиями, 36 таблицами и состоит из введения, шести глав, выводов, списка использованной литературы, включающий 112 наименований стечественных и зарубежных авторов. Текст дополнен отдельным томом (144 стр.) приложений.

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Большой вклад в разработку научных методов расчета и проектирования дорожных одежд, установления расчетных параметров дорожно-строительных материалов и их работы в дорожных конструкциях в различных условиях территории СССР внесли знаменитые русские исследователи: Е. С. Головачев, Н. М. Белелицкий, А. Л. Гельфер, Г. Д. Дубелир и выдающиеся советские ученые: М. И. Волков, В. К. Некрасов, Б. И. Ладыгин, Ф. К. Ломанов, Н. Н. Иванов, В. Ф. Бабков, А. К. Бируля, А. М. Кривисский, М. В. Корсунский, а в области исследований лесных автомобильных дорог — Б. А. Ильин, М. И. Кишинский, И. И. Леонович, Б. И. Кувалдин, Б. А. Куклинов, А. С. Иванкович, Е. И. Шелопаев и другие.

Территория северо-восточных склонов Карпат имеет специфические условия. Они характеризуются горным рельефом, влажным климатом, своеобразным гидрологическим режимом, пылеватými грунтами с примесью окатанных и угловатых обломков горных пород, а также изобилием неизученных местных дорожно-строительных материалов. Применение существующих методов расчета дорожных конструкций без уточнения региональных показателей, характеризующих эти условия и прочностные характеристики местных материалов, приводит к ошибкам в проектировании и строительстве автомобильных дорог и наносит значительный ущерб народному хозяйству.

В результате отсутствия научно-обоснованного трассирования лесных автомобильных дорог и их строительства в поймах горных рек, за последние 15 лет (1957—1971 гг.) дивневыми паводками только лесным предприятиям комбината «Прикарпатлес» нанесен огромный ущерб.

При строительстве лесных автомобильных дорог используются преимущественно грунты и местные дорожно-строительные материалы. Грунты и залежи каменных горных пород не изучены с точки зрения пригодности для автодорожного строительства, поэтому используются без учета их физико-механических и прочностных характеристик. Отсутствие работ по установлению расчетных параметров дорожно-строительных материалов и других факторов, специфических для данного района, затрудняет решение вопросов рационального конструирования, проектирования и строительства лесных автомобильных дорог на территории северо-восточных склонов Карпат.

Изложенное дало основание поставить в данной работе следующие задачи:

1. Выяснить климатические и гидрологические особенности района Прикарпатья, уточнить климатическое дорожное районирование.

2. Изучить орографические условия проектирования и разработать рекомендации по трассированию дорог в горных условиях.

3. Выявить характерные грунты, исследовать их физико-механические свойства и уточнить расчетные коэффициенты для проектирования дорог.

4. Выяснить условия движения по дорогам и разработать рекомендации по применению типов дорожных одежд.

5. Изучить качества местных каменных дорожно-строительных материалов и обосновать рекомендации по их использованию в конструкциях дорожных одежд.

ХАРАКТЕРИСТИКА И АНАЛИЗ ОРОГРАФИЧЕСКИХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЙОНА

Горные леса гослесфонда северо-восточных склонов Карпат занимают площадь 732,0 тыс. га. Рельеф этой территории имеет ярко выраженный горный характер.

Одной из главных частей геоморфологического ландшафта Карпат считаются речные долины, а характерными элементами речных долин являются террасы. Всех террас восемь.

Приблизительная высота террас над дном разных долин колеблется в пределах: первая—1,5—5 м, вторая—8—12 м, третья—15—25 м, четвертая—40—60 м, пятая—80—100 м, шестая—130—150 м, седьмая—160—180 м и восьмая—200—220 м. Существующие лесные дороги всех типов и назначений проложены в основном по долинам рек, на первой и второй террасах.

Изменение уровня воды в реках на протяжении года характеризуется сравнительно невысоким весенним половодьем, нестойкой летней и осенней меженью, которая неоднократно нарушается высокими интенсивными ливневыми наводками. Средняя высота подъема воды над среднемежениными уровнями достигает на больших реках 5,5—7,6 м.

Максимальные уровни высоких вод примерно соответствуют высоте размещения второй террасы над дном долин, поэтому первая, а в большинстве случаев и вторая терраса при размещении на них автомобильных лесных дорог не обеспечивают их сохранность от разрушений наводковыми водами.

Глубина залегания грунтовых вод на северо-восточных склонах Карпат зависит от глубины залегания скального водоупорного горизонта и в большинстве случаев находится в пределах 0,5—5,0 м от дневной поверхности. Средние дневные положительные температуры самых теплых месяцев июля и августа составляют 12—19°C. Максимальная температура воздуха в отдельные годы поднимается до 31—35°C. Максимальные отрицательные температуры воздуха достигают в горных районах до—33,—36°C, а в предгорьях до—30.—32°C. Продолжительность зимнего периода составляет более 90 дней.

Вследствие невысоких средних температур в теплый период года увлажненные после весеннего оттаивания или дождевых ливней грунты дорожных оснований просыхают медленно, сохраняя избыток влаги, которая отрицательно влияет на их прочностные характеристики.

В предгорьях с высотами от 300 до 560 м годовые суммы осадков доходят до 800 мм. Выше в горах наблюдается интенсивное увеличение осадков. На северо-восточных склонах на каждые 100 м высоты сумма осадков увеличивается на 69 мм. Годовые осадки внешнего низкогорья с высотами 800—1000 м н. у. м. составляют 800—1200 мм, а среднегорья до высоты 1500—1800 м — 1000—1400 мм. Самые высокие

горные массивы получают максимальное для Карпат количество осадков в пределах 1400—1600 мм.

Существующее разграничение территории СССР на дорожно-климатические зоны и, в частности, разграничение между II и III зонами в западной части УССР осуществлено таким образом, что Карпаты оказались в III дорожно-климатической зоне.

Проведенным анализом факторов, характеризующих территорию исследований и смежные (II и III) дорожно-климатические зоны, выявлено большое сходство ряда показателей северо-восточных склонов Карпат с аналогичными показателями II дорожно-климатической зоны, а именно:

1. Среднее годовое количество осадков больше, чем во II дорожно-климатической зоне на 78% и больше, чем в III зоне на 113% при незначительных разностях среднемесячных температур.

2. Средняя продолжительность зимнего периода составляет 94 дня, что соответствует показателю II дорожно-климатической зоны.

3. Грунтовые воды в поймах горных рек, в чашеобразных впадинах, на плоскогорьях и верховодка на склонах гор залегают близко от дневной поверхности на глубинах 0,5—5,0 м, что характерно для II дорожно-климатической зоны.

4. Продолжительность периода осеннего (от +5 до 0°C) и весеннего (от 0 до +5°C) увлажнения грунта на 22,2% больше, чем в сравниваемых пунктах II дорожно-климатической зоны. По количеству осадков и условиям испарения, зависящего от температуры, большая часть исследуемой территории принадлежит к зоне устойчивого увлажнения. Много горных районов относятся к зоне избыточного увлажнения.

Указанное выше не позволяет относить северо-восточные склоны Карпат к III зоне дорожного районирования.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА ГРУНТОВ НА СКЛОНАХ ГОР

Проведенные нами исследования по определению влажности наиболее распространенных на северо-восточных склонах Карпат грунтов показали, что в однометровом слое грунта на склоне влажность колеблется от 13,9 до 22,2%. В поймах горных рек и нижней части склонов влажность грунта весной в период снеготаяния достигает 36,6%, а в верхнем горизонте (0,20—0,40 м) — верхнего предела пластичности.

Наибольшая влажность наблюдается в зимний и весенний наиболее неблагоприятный для прочности грунтов период

года. Колебания влажности грунта на склоне показаны на рис. 1.

Исследования влажности суглинисто-пылеватого грунта на разных высотах склона в течение трехлетнего периода и обработка данных методами вариационной статистики позволили установить зависимость увлажнения этого грунта от высоты на склоне в пределах от 5 до 135 м, считая от уровня воды в водостоке, которая выражается формулой:

$$W = \frac{26,5}{H^{0,0625}} K, \% \quad (1)$$

где W — влажность грунта на склоне, весовая, %; H — высота на склоне от уровня меженных вод водотока, м; K — коэффициент, учитывающий увлажнение в определенный период года (для весеннего и зимнего периода $K = 1,0$, для летнего и осеннего $K = 0,8$)

Аналогичным способом по данным наблюдений получены граничные значения колебания грунтовой воды (верховодки) на склоне в пределах тех же высот, которые выражаются следующими формулами:

$$l_{\min} = 0,0002 H^2 - 0,0057 H + 0,6235, \text{ м} \quad (2)$$

$$l_{\max} = 0,00023 H^2 - 0,001 H + 1,14925, \text{ м} \quad (3)$$

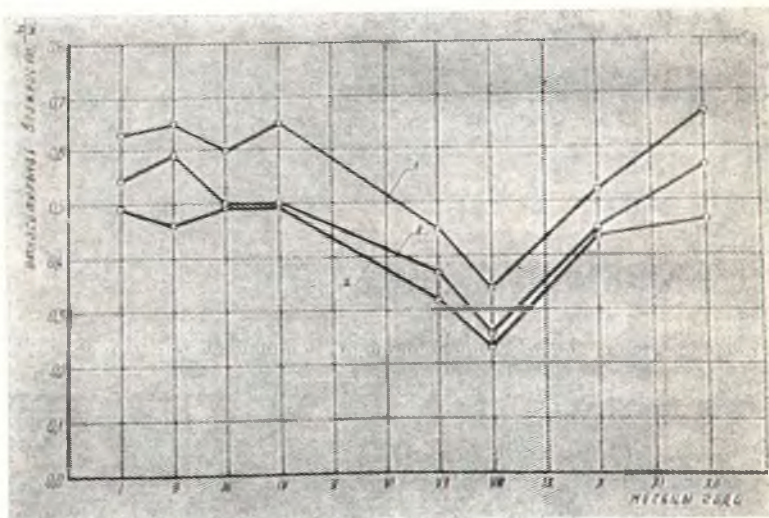


Рис. 1. Динамика влажности суглинисто-пылеватого грунта в течение года на разных высотах склона (1—5 м, 2—65 м, 3—135 м от горизонта воды в водостоке).

На основе результатов наших исследований установлено, что влажность грунта на склоне уменьшается, а глубина залегания грунтовой верховодки увеличивается с удалением вверх по склону.

Из вышензложенного вытекает, что гидрологические условия горных склонов более благоприятны для строительства лесных дорог, чем условия в долинах и поймах горных рек. Поэтому считаем целесообразным использовать это при проектировании трасс в расчетах дорожных конструкций лесных автомобильных дорог на северо-восточных склонах Карпат.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРНЫХ ГРУНТОВ И УТОЧНЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДОРОГ НА СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫХ СКЛОНАХ КАРПАТ

Для оценки прочностных характеристик грунтов северо-восточных склонов Карпат, выявления специфических особенностей и возможных отклонений от общезвестных положений, а также с целью использования полученных результатов в практике расчетов прочности и устойчивости проектируемых лесных дорожных конструкций нами проведены необходимые исследования.

Обследованием территории и определением гранулометрического состава грунта на основе массовых замеров установлено, что на северо-восточных склонах Карпат преобладают пылеватые, суглинистые пылеватые и реже супесчаные грунты. Все эти виды грунтов наряду с большим количеством пылеватых частиц содержат как правило гравийные, галечные, валунные и нескатанные включения горных пород.

Исследование грунтов включает определение оптимальной влажности, модуля деформации и модуля упругости при оптимальной и неблагоприятной влажности, а также характеристики сдвига: сцепление (C) и коэффициент внутреннего трения ($i = \operatorname{tg}\varphi$).

В процессе исследований определялся гранулометрический состав грунта и коэффициент его неоднородности, а также проверялась возможность применения для грунтов северо-восточных склонов Карпат формул В. И. Бируля (1960) с целью получения расчетным способом значений оптимальной влажности, плотности скелета грунтов и модуля деформации.

Формулы имеют вид:

а) оптимальной влажности

$$W_o = 2 + \alpha F, \% \quad (4)$$

где F — влажность верхнего предела пластичности, полученной по методу ХАДИ (1960);

α — коэффициент (для связных грунтов черноземного типа почвообразования юга Украины $\alpha = 0,54$);

б) плотности скелета грунтов

$$\delta_c = \frac{\gamma_y (1-v)}{1000 + w_o \gamma_y} \times 10^3, \text{ кг/м}^3 \quad (5)$$

где γ_y — плотность минеральной фазы (уд. вес);

V — объем заземленного воздуха в долях единицы (при $\gamma_y = 2600 \text{ кг/м}^3$ $v = 0,05$);

в) модуля деформации от обобщенных показателей физических свойств грунтов

$$E_d = \alpha_o (J_n - J_F), \text{ Мн/м}^2 \quad (6)$$

где α_o — угловой коэффициент, Мн/м^2 ;

J_n — обобщенный показатель физических свойств грунта при определенной влажности равен:

$$J_n = \frac{\gamma_n}{W \gamma_y} \left(\frac{\delta_c}{W \delta_{cl}} \right)^\beta \quad (7)$$

где W — влажность в долях единицы;

γ_n — плотность воды, равная 1000 кг/м^3 ;

δ_{cl} — максимально возможная при данной влажности плотность скелета грунта, равная:

$$\delta_{cl} = \frac{\gamma_y}{1000 + W \gamma_y} \times 10^3, \text{ кг/м}^3 \quad (8)$$

β — показатель степени, равный отношению коэффициента пористости при верхнем пределе пластичности к коэффициенту пористости при данной плотности:

$$\left(\beta = \frac{\varepsilon F}{\varepsilon} \right);$$

J_F — обобщенный показатель физических свойств грунта при $W = F$, равный:

$$J_F = \frac{\gamma_n}{F^2 \gamma_y} \quad (9)$$

С этой целью для наиболее распространенных грунтов района исследованы физические свойства, а также характеристики сопротивления грунтов сдвигу односрезным прибором косо́го среза полевой лаборатории системы И. М. Литвинова по открытой схеме с свободным выдавливанием воды из пор грунта. Всего выполнено более 4200 различных замеров. Основные результаты исследований показаны в таблице 1.

При исследовании оптимальной влажности грунтов с использованием расчетной формулы В. И. Бируля $W_0 = 2 + \alpha F$

Таблица 1.

Характеристики грунтов северо-восточных склонов Карпат

Показатели	Единица измерения	Г р у н т ы		
		пыле-ватый	суглинистый пыле-ватый	супесчаный
Оптимальная влажность,	%	17,5	21,3	15,9
Влажность предела текучести,	%	25,5	38,8	28,5
Влажность предела раскатывания	%	18,9	23,3	24,2
Весенняя влажность,	%	24,4	36,6	25,5
Плотность грунта при оптимальной влажности и максимальном уплотнении,	кг/м ³	2110	2010	2040
Коэффициент пористости максимально уплотненного грунта,	—	0,46	0,56	0,45
Коэффициент внутреннего трения максимально уплотненного грунта,	—	0,40	0,35	0,80
Сцепление максимально уплотненного грунта,	Мн/м ²	0,078	0,093	0,098
Модуль деформации уплотненного грунта:				
а) при неблагоприятной весенней влажности;	Мн/м ²	—	6,0—7,5	7,0—8,0*)
		4,6	7,1	7,6
б) при оптимальной влажности,	Мн/м ²	10,9	21,1	24,5
Модуль упругости уплотненного грунта:				
а) при неблагоприятной весенней влажности;	Мн/м ²	15,3	18,2	25,0
б) при оптимальной влажности.	Мн/м ²	82,8	110,4	152,0

*) В числителе по данным СоюздорНИИ для II дорожно-климатической зоны, в знаменателе по данным автора.

по данным экспериментов получены коэффициенты α для грунтов северо-восточных склонов Карпат. Для пылеватых грунтов $\alpha = 0,61$, для суглинистых пылеватых и для супесчаных $\alpha = 0,50$. Применение полученных коэффициентов дает возможность дифференцированно использовать ускоренный расчетный способ определения оптимальной влажности и в горных условиях Прикарпатья. Экспериментальная проверка формулы В. И. Бируля для определения максимальной плотности скелета грунта при оптимальной влажности в наших условиях дает погрешность в пределах 1,8—5,2% и может применяться без изменений.

Расчетный способ получения значений модуля деформации от обобщенных показателей физических свойств грунта по формуле В. И. Бируля (6) для специфических грунтов северо-восточных склонов Карпат дает большие отклонения от экспериментальных значений и нуждается в дальнейшем уточнении коэффициента α_0 . Полученный нами коэффициент $\alpha_0 = 0,5$ и $0,6 \text{ Мн/м}^2$ отражает особенности исследованных грунтов района при использовании указанного расчетного способа.

Проведенными экспериментами по определению модулей деформации и модулей упругости с использованием $D_{ш} = 0,05 \text{ м}$ при максимальной плотности, а также обработкой исходных экспериментальных данных методами математической статистики, установлены следующие эмпирические зависимости относительной (λ) и упругой ($I_{упр}, 1 \times 10^{-5} \text{ м}$) деформации от удельного давления (P_1):

а) при оптимальной влажности для пылеватых грунтов:

$$\lambda = 0,301 P_1^2 - 0,02 P_1 + 0,00435 \quad (10)$$

$$I_{упр} = 17,5 P_1^2 + 38,0 P_1 - 2,575 \quad (11)$$

для суглинистых пылеватых грунтов:

$$\lambda = 0,051 P_1^2 + 0,0149 P_1 \quad (12)$$

$$I_{упр} = 1,25 P_1^2 + 37,0 P_1 - 3,2125 \quad (13)$$

для супесчаных грунтов:

$$\lambda = 0,0337 P_1^2 + 0,015 P_1 \quad (14)$$

$$I_{упр} = 22,667 P_1 \quad (15)$$

б) при неблагоприятной весенней влажности для пылеватых грунтов:

$$\lambda = 0,35 P_1^2 + 0,17 P_1 - 0,0004 \quad (16)$$

$$I_{\text{упр}} = 3,94 + 284,0 P_1 - 135,0 P_1^2 \quad (17)$$

для суглинистых пылеватых грунтов:

$$\lambda = 0,2 P_1^2 + 0,09 P_1 \quad (18)$$

$$I_{\text{упр}} = 189,29 P_1 \quad (19)$$

для супесчаных грунтов:

$$\lambda = 0,2375 P_1^2 + 0,07 P_1 + 0,0006 \quad (20)$$

$$I_{\text{упр}} = 9,0625 + 191,25 P_1 - 143,75 P_1^2 \quad (21)$$

Приведенные формулы для каждого вида грунта отдельно при оптимальной и неблагоприятной весенней влажности

действительны для построения зависимостей $\lambda=f(P_1)$ и

$I_{\text{упр}}=f(P_1)$ в пределах пропорциональности между удельным давлением и относительной или уругой деформацией.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ДВИЖЕНИЯ НА ЛЕСНЫХ ДОРОГАХ, КАЧЕСТВА МЕСТНЫХ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ТИПОВ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Исследованиями установлено, что в настоящее время густота всей дорожной сети на территории лесных массивов Прикарпатья достигает 0,97 км/км². Из общей протяженности различных дорог 7106 км круглый год может быть использовано только 52%.

Расчетный грузооборот лесных автомобильных магистралей с учетом перевозки древесины, продуктов побочного пользования и хозяйственных грузов колеблется в пределах 20—100 тыс. тонн в год, а расчетная интенсивность движения от 10 до 50 автомобилей в сутки. Исходя из ежегодного лесопользования в размере расчетной лесосеки, такая же интенсивность движения планируется и на ближайший период.

При незначительной интенсивности движения, учитывая постоянный характер использования дорог не только в лесном хозяйстве, но и для целей быстро развивающегося туризма в лесах северо-восточных склонов Карпат, следует строить преимущественно улучшенные дороги оптимальной стоимости, рассчитанные на долговременную их эксплуатацию. Для строительства улучшенных автомобильных дорог на территории При-

карпатья имеются богатые залежи каменных горных пород и гравийных дорожно-строительных материалов.

Залежи каменных горных пород — это в основном осадочные флишевые толщи, состоящие из ритмического чередования слоев песчаников, алевролитов, аргиллитов, глин и известняков. Встречаются, хотя и редко, конгломераты, гнейсы, граниты, базальты. В долинах и руслах почти всех основных рек района горные породы выходят на поверхность. Каменные русла и поймы рек с наличием гравийно-галечных наносов являются хорошим источником природного дорожно-строительного материала.

Исследование качественных свойств каменных горных пород, как местного сырья для дорожно-строительных материалов, проводилось путем обследования всей территории в разрезе бассейнов рек и в лаборатории.

В процессе обследования территории делались описания, фотографии характерных обнажений горных пород и отбирались пробы для лабораторных исследований. Отбор проб произведен из 12 месторождений залежей песчаников и 23 месторождений гравия и песка. Всего отобрано и испытано на износоустойчивость в полочном барабане 179 образцов, на водопоглощение и водонасыщение — 147 образцов. Определение плотности материалов проведено на 163 образцах монолитных песчаников и 46 образцах гравия и песка. Всего проведено более 2900 различных видов замеров. Материалы исследований прочностных характеристик и водных свойств песчаников, включающие определение плотности, износоустойчивости, водопоглощения, водонасыщения и установления соответствующих зависимостей обработаны методами математической статистики с вычислением статистических характеристик. Основным руководством при исследовании материалов была методика ГОСТ 8269—64.

В результате проведенных испытаний каменных материалов все щебеночные материалы исследованных песчаников разделены на классы по износу (таблица 2). Установлена корреляционная зависимость коэффициента вариации износа песчаников от величины показателя износа, которая выражается формулой:

$$V_{II} = \frac{590,3}{0,9584 I}, \% \quad (22)$$

Таблица 2

Основные физико-механические свойства горных пород северо-восточных склонов Карпат

Место отбора пробы и № месторождения	Структура и минералогический состав песчаников	Плотность кг/м ³	Водные свойства				Потери при истощении барабана % по массе	Класс щебня (по износу в полочном барабане)
			Водонасыщаемость %	Водопоглощаемость %	Коэффициент водонасыщения	Потери при истощении барабана % по массе		
1	2	3	4	5	6	7	8	
Бассейн р. Стрый, ручей Таянвяк, окрестности с. Таянвяк, № 1	разнозернистый, кварцевый, слабо сподуистый и известковистый	2384	2,24	1,91	0,85	53,6	4	
Бассейн р. Сумель, окрестности с. Тисов, № 2	мелкозернистый, слюдистый, известковистый	2533	1,98	1,95	0,98	35,2	3	
Бассейн р. Свеча, окрестности с. Выгода, № 3	разнозернистый, кварцевый, известковистый	2250	9,63	6,95	0,72	66,8	—	
Бассейн р. Чечва, окрестности с. Луги, № 4	разнозернистый, кварцевый, известковистый	2192	6,42	4,02	0,62	66,8	—	
Бассейн р. Быстрица Солотвинская, ручей Манява, окрестности с. Манява, № 5	мелкозернистый, олигомитовый	2382	1,85	1,80	0,95	26,1	2	
—	среднезернистый, неравнозернистый	2546	0,51	0,43	—	36,8	3	
Бассейн р. Быстрица Надворнянская, окрестности с. Пасечная, № 6	мелкозернистый, известковистый, плотный	2624	1,18	0,89	0,78	34,8	2	

1	2	3	4	5	6	7	8
Бассейн р. Прут, окрестности с. Ямна, № 7	кварцевый, среднезернистый с обломками микрокварцитов	2316	4.28	2.56	0.60	52.6	4
Бассейн р. Прут, между ж. д. полустанками Пидлиснв и Женец, № 8	среднезернистый, олигоминтовый, зерна кварца угловатые	2433	3.37	3.17	0.94	35.7	3
Бассейн р. Прут, устье ручья мелкозернистый и среднезернистый, неравнозернистый		2405	2.63	2.32	0.88	38.7	3
Бассейн р. Черный Черемощ, юго-восточная окраина с. Верховина, устье ручья Жабьевский, № 10	крупнозернистый, пористый, полудурыхлый	—	—	—	—	89.7	—
Бассейн р. Черный Черемощ, между устьями ручьев Быстрец и Дземброня, № 11	мелкозернистый, олигоминтовый, зерна кварца угловатые	2533	0.74	0.66	—	21.0	1
Бассейн р. Черный Черемощ, 340 м выше устья ручья Великий Керичный, № 12	среднезернистый и мелкозернистый, слюдястый с редкими жилками кальцита, очень плотный	2578	0.79	0.71	—	22.6	1

Результаты исследований плотности горных пород, водопоглощения, водонасыщения, коэффициента водонасыщения приведены в таблице 2.

По данным исследований плотности горных пород (γ) в сочетании с данными водопоглощения (W_n) и водонасыщения (W_n) установлены корреляционные зависимости:

а) зависимость водопоглощения песчаников от их плотности $lgW_n = 47,8986 - 14,0775 lg\gamma$ (23)

б) зависимость водонасыщения песчаников от их плотности $lgW_n = 46,8108 - 13,7309 lg\gamma$ (24)

С учетом использования исследованных местных каменных дорожно-строительных материалов в зависимости от назначения и расположения дорог на местности, для зоны горных лесов Прикарпатья рекомендуется 7 вариантов дорожных одежд (рис. 2).

Для лесных магистралей постоянного действия, совпадающих с всесоюзными и международными туристическими маршрутами, рекомендуется применять усовершенствованные облегченные дорожные конструкции 1 и 5 вариантов. Для лесных магистралей, предназначенных только для круглогодичной вывозки леса и перевозки хозяйственных грузов рекомендуются дорожные конструкции 2, 3 и 4 вариантов. Третий вариант дорожной конструкции следует применять только на переувлажненных участках горных склонов небольшой протяженности при невозможности обхода, во избежание больших затрат на капитальные мероприятия по осушению.

Вариант 4 следует применять только при наличии вблизи строительства естественных каменных щебенистых россыпей и отсутствии достаточного количества гравийного материала.

Для веток, предназначенных только для целей лесного хозяйства и вывозки древесины, рекомендуется применение дорожной конструкции варианта 6, а для временных подъездных усов, ответвлений лесохозяйственных дорог протяженностью до 3 км и противопожарных дорог вариант 7.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОНСТРУКЦИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ИЗ МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ВНЕДРЕНИЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ В ПРОИЗВОДСТВО

Основными факторами, влияющими на экономичность строительства лесных автомобильных дорог можно считать рациональное использование местных дорожно-строительных

2762ap


1		<p>поверхностная обработка щебень из песчаника обработан- ный битумом на дороге гравий оптимального состава грунт</p>
2		<p>щебень из песчаника с заклинкой щебень-высевки гравий оптимального состава грунт</p>
3		<p>щебень из песчаника с заклинкой пакляем грунт</p>
4		<p>щебень из песчаника с заклинкой щебень-высевки грунт</p>
5		<p>поверхностная обработка гравий оптимального состава обработанный битумом на дороге гравий оптимального состава грунт</p>
6		<p>гравий оптимального состава грунт</p>
7		<p>грунтогравий грунт</p>

Рис. 2. Варианты конструкций дорожных одежд из местных каменных материалов.

материалов, обоснованный выбор трассы и применение наиболее выгодной конструкции дорожной одежды.

Используя данные исследований прочностных характеристик грунтов и естественных местных каменных материалов зоны северо-восточных склонов Карпат, нами проведены расчеты и сравнения различных равнопрочных конструкций дорожных одежд для условий Делятинского лесокомбината комбината «Прикарпатлес», прокладываемых долинными и косогорными ходами.

Для сравнения конструкций применялся метод наименьших первоначальных капитальных затрат.

Установлено, что в некоторых горных условиях Карпат наиболее рациональным для нижнего слоя (основания) дорожной одежды является применение гравийного материала. Удешевление конструкции равнопрочной дорожной одежды только из гравия по сравнению с конструкцией, имеющей гравийное основание и покрытие из щебня, составляет: для одежд усовершенствованного облегченного типа 14—16%, а для одежд переходного типа 36—66% за счет исключения затрат по переработке каменного материала на щебень. Применение для нижнего слоя дорожной одежды пакеляжного камня всегда вызывает удорожание конструкции, а в благоприятных условиях увлажнения и необоснованное завышение прочности.

При устройстве всех рассчитанных равнопрочных конструкций дорожных одежд (усовершенствованного облегченного и переходного типа) на косогорных участках трасс, снижение первоначальных капитальных затрат по сравнению с затратами на устройство аналогичных конструкций в долинах (поймах) горных рек колеблется в пределах 21—67%.

Для проверки наших рекомендаций по улучшению проектирования и строительства лесных автомобильных дорог на северо-восточных склонах Карпат были построены экспериментальные участки дорог в Солотвинском и Надворнянском лесокомбинатах комбината «Прикарпатлес», эксплуатация которых подтверждает обоснованность применения результатов проведенных исследований.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Исследованиями установлено, что условия северо-восточных склонов Карпат не соответствуют III зоне дорожного районирования и больше подходят ко II зоне. Поэтому при проектировании здесь конструкций лесных дорожных одежд авто-

мобильных дорог следует пользоваться параметрами, установленными для II дорожно-климатической зоны.

2. Учитывая наличие в избытке дешевых и достаточно прочных каменных материалов, отсутствие песка для устройства дренажного слоя, строительство дорожных одежд необходимо производить только серповидного профиля, что диктуется также необходимостью улучшения отвода влаги с дороги в период специфических для района частых атмосферных осадков.

3. При расчетах и проектировании дорожных конструкций на северо-восточных склонах Карпат следует пользоваться полученными в результате исследований характеристиками грунтов (таблица 1), а также эмпирическими зависимостями (10—21).

4. Значение оптимальной влажности грунтов в условиях северо-восточных склонов Карпат можно рассчитывать по формуле (4) с применением уточненных нами региональных величин коэффициента α (стр. 12).

5. Модуль деформации для грунтов северо-восточных склонов Карпат в принципе можно получить расчетным способом по формуле (6), но с применением уточненного коэффициента α_0 .

6. Проведенными исследованиями установлено, что гидрологические условия горных склонов более благоприятны для строительства лесных дорог, чем условия в долинах и поймах горных рек. Поэтому считаем целесообразным учитывать это при проектировании трасс и в расчетах дорожных конструкций лесных автомобильных дорог на северо-восточных склонах Карпат.

7. В целях рационального проектирования дорожных одежд лесных автомобильных дорог в отдельных районах северо-восточных склонов Карпат следует пользоваться результатами наших исследований местных каменных материалов (табл. 2), установленными эмпирическими зависимостями (22—24) и предложенными типами дорожных одежд (рис 2).

8. Экономическая оценка различных вариантов дорожных конструкций из местных материалов по методу наименьших первоначальных капитальных затрат в различных условиях строительства показала, что затраты на устройство дорожных конструкций лесных дорог на косогорных участках трасс на 21—57% ниже по сравнению с затратами при устройстве аналогичных конструкций в долинах горных рек. Принимая во внимание огромный ущерб, наносимый народному хозяйству

от ежегодных разрушений паводковыми водами лесных дорог, построенных в поймах горных рек, и результаты наших исследований, предлагается размещать трассы лесных автомобильных дорог преимущественно на сухих косогорах южной экспозиции, высоких (III—VIII) террасах и водоразделах с учетом наилучшего освоения лесоэксплуатационных площадей и наращивания до оптимальной густоты постоянной сети дорог.

МАТЕРИАЛЫ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:

1. Прокопчук В. Д. Дороги в карпатських лісах. Збірник «Господарство лісових підприємств», вид. «Карпати», Ужгород, 1968.

2. Прокопчук В. Д. Природные и производственные условия строительства и эксплуатации лесовозных автомобильных дорог в Ивано-Франковской области. Сборник «Развитие лесного хозяйства Карпат», изд. «Карпаты», Ужгород, 1968.

3. Прокопчук В. Д. Лісові автомобільні дороги на схилах гір. Журнал «Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість», Київ, 1969, № 1.

4. Прокопчук В. Д. Про визначення міцності ґрунтів для проектування і будівництва лісових шляхів у Карпатах. Тези доповідей науково-технічної конференції, присвяченої 100-річчю з дня народження В. І. Леніна «Підвищення продуктивності і раціональне використання лісів Українських Карпат», Івано-Франківськ, квітень, 1970.

5. Прокопчук В. Д. Эффективность применения различных конструкций одежд лесных дорог в Карпатах. Тезисы докладов научно-технической конференции «Опыт комплексного использования лесосырьевых ресурсов», Ивано-Франковск, сентябрь, 1970.

6. Прокопчук В. Д. Про вологість шляхових ґрунтів на північних схилах Українських Карпат. Збірник, видав. «Карпати», Ужгород, 1971.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах заверенные подписями и печатью направлять по адресу: г. Минск, ул. Свердлова, 13, Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова, Ученый совет.

БЧ 25210. Подписано к печати 30 IV. 1972 г. Формат
бумаги $60 \times 90 \frac{1}{16}$. Печатных листов $1 \frac{1}{2}$. Зак. 2555, т 130

Ивано-Франковское областное управление по печати,
Кбломыйская горрайтипография, г. Коломыя, ул. Борисенка, 6.