

625.73

В-83

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

630^к 383.6 +
+625.73

На правах рукописи

Б. И. ВРУБЛЕВСКИЙ

**ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО
УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ КАРБАМИДНОЙ СМОЛОЙ
И НЕФТЬЮ В ЦЕЛЯХ СТРОИТЕЛЬСТВА
ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ
ДОРОГ**

(Специальность 05.420. Машины, механизмы
и технология лесоразработок, лесозаготовок
и лесного хозяйства)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Минск, 1970

625.73

B-83

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

На правах рукописи

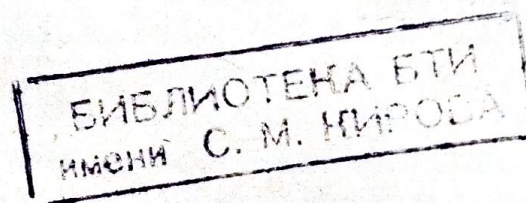
Б. И. ВРУБЛЕВСКИЙ



ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО
УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ
КАРБАМИДНОЙ СМОЛОЙ И НЕФТЬЮ
В ЦЕЛЯХ СТРОИТЕЛЬСТВА
ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ
ДОРОГ

(Специальность 05.420. Машины, механизмы
и технология лесоразработок, лесозаготовок
и лесного хозяйства)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук



Минск, 1970

2289 ар.

Работа выполнена на кафедре сухопутного транспорта
леса и дорожных машин Белорусского технологического
института имени С. М. Кирова и в институте механики ме-
таллополимерных систем АН БССР.

Научный руководитель—кандидат технических наук,
доцент *И. И. ЛЕОНОВИЧ*

Официальные оппоненты: член-корреспондент АН БССР,
доктор технических наук,

профессор *Б. И. ЛАДЫГИН*;

зам. министра лесной и деревообраба-
тывающей промышленности БССР

А. В. МАЦКЕВИЧ

Ведущая организация—ЦНИИМЭ

Автореферат разослан "_____ " _____ 1970 г.

Защита диссертации
состоится "_____ " _____ 1970 г.

на заседании Ученого Совета Белорусского технологическо-
го института им. С. М. Кирова (г. Минск, ул. Свердлова, 13а,
корп. IV, ауд. 220).

Ваши отзывы и замечания на автореферат в 2-х экземп-
лярах с заверенными подписями просим направлять в адрес
Ученого Совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ин-
ститута.

Ученый секретарь Совета,
кандидат технических наук, доцент

И. М. ПЛЕХОВ



ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время около 70% всего объема древесины вывозится автомобильным транспортом, поэтому от наличия и состояния устроенных автомобильных лесовозных дорог в первую очередь зависит успех лесозаготовок.

Дальнейшее развитие лесозаготовительной промышленности немыслимо без наличия дорог круглогодочного действия. Они должны обеспечить постоянную и ритмичную работу лесозаготовительных предприятий. Именно на это указывает принятое 17 июля 1969 года Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об улучшении организации работы лесной и деревообрабатывающей промышленности».

Однако строительство дорог с усовершенствованными типами покрытий сдерживается в значительной степени дороговизной их, т. к. в большинстве лесных районов отсутствуют каменные материалы, а перевозка их на значительные расстояния сильно удорожает стоимость строительства.

Как показывают результаты многолетних исследований научно-исследовательских учреждений и учебных заведений (СоюзДорНИИ, ХАДИ, СПИ, СибАДИ, БПИ, ЛТА, МЛТИ, БТИ и др.), а также практический опыт проектирования и строительства, применение в конструктивных слоях дорожной одежды местных грунтов, укрепленных различными вяжущими материалами, значительно снижает денежные и трудовые затраты. Наиболее широкое распространение для этих целей за последние годы получили цемент, битум, деготь, битумные эмульсии и др.

Но укрепление грунтов этими материалами не решило еще ряд серьезных проблем. В частности, не решен вопрос укреп-

ления этими материалами переувлажненных и кислых грунтов, как наиболее распространенных в лесной зоне. Поэтому многие исследователи и производственники ведут поиск новых вяжущих материалов, которые давали бы лучший эффект при укреплении грунтов по сравнению с известными вяжущими материалами.

Настоящая работа посвящена изучению возможности применения карбамидной смолы М-70 в сочетании с нефтью Речицкого месторождения для укрепления грунтов в дорожном строительстве.

Представленная к защите диссертация состоит из введения, 6 глав, включающих 64 рисунка, 33 таблицы, выводов по результатам исследований и приложений. Общий объем работы 212 страниц машинописного текста.

Глава I.

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

В настоящее время в Советском Союзе построено свыше 10000 км дорог с покрытиями или основаниями из укрепленных грунтов различными вяжущими материалами, в т. ч. в лесной промышленности—свыше 137 км.

Большой вклад в разработку теоретических основ укрепления грунтов органическими и неорганическими вяжущими материалами внесли В. М. Безрук, М. Т. Кострико, М. М. Филатов, Б. А. Ржаницын, С. С. Морозов, Л. В. Гончарова, В. Г. Самойлов, А. К. Бируля, К. А. Князюк, Л. Н. Ястребова, И. И. Леонович, А. С. Иванович, Р. И. Волосова и др. Ими исследовано влияние различных факторов на прочностные свойства укрепленных грунтов, установлен расход вяжущих материалов для разных типов грунта, разработан технологический процесс при строительстве дорог с покрытиями подобного типа.

В последние годы, наряду с дальнейшим изучением укрепления грунтов органическими и неорганическими вяжущими материалами, проводятся значительные исследования по укреплению грунтов синтетическими смолами для различных целей. Большая работа в этом вопросе проделана Б. А. Ржаницыным, В. В. Аскалоновым, М. Т. Кулевым (институт оснований и подземных сооружений), М. Т. Кострико, В. В. Мазурек, М. Н. Першиным (Военная Академия тыла и транспорта), И. И. Черкасовым, Л. А. Марковым (научно-исследовательский аэродромный институт). Особого внимания заслу-

живают работы Т. М. Луканиной, Л. Н. Ястребовой, выполненные в СоюзДорНИИ и посвященные изучению возможности укрепления грунтов карбамидными смолами для целей дорожного строительства.

Широкое применение различных методов укрепления грунтов в разнообразных природных условиях на дорогах различных технических категорий позволило установить не только положительные качества этих методов, но и вскрыть ряд существенных недостатков, присущих тем или иным видам укрепленных грунтов.

Так, например, грунты, укрепленные жидким битумом, обладают излишней пластичностью, укрепленные цементом — наоборот, излишней жесткостью. Смологрунты по своим показателям близки к цементогрунтам и также обладают большой хрупкостью. Они недостаточно водостойки.

В этой связи существенный интерес представляют различные комплексные методы укрепления грунтов, сочетающие положительные качества как одних, так и других вяжущих веществ при воздействии их на грунтовые частицы.

В последние годы многими исследователями (Н. Л. Бурнаев, В. А. Юрченко, П. В. Анисимов, С. С. Фадеев, О. В. Тюменцева и др.) ведутся работы по изучению возможности укрепления грунтов сырой нефтью для целей дорожного строительства.

Однако прочностные свойства нефтегрунтов невысокие, поэтому рядом исследователей изучаются возможности укрепления грунтов сырой нефтью вместе с неорганическими вяжущими материалами.

В связи с увеличивающейся добычей нефти и быстрым ростом объемов производства синтетических смол актуальным становится вопрос рассмотрения возможности укрепления грунтов карбамидными смолами в сочетании с нефтью.

Основными задачами настоящей работы явились:

изучение возможности укрепления грунтов карбамидными смолами в сочетании с сырыми нефтями для целей строительства лесовозных автомобильных дорог;

исследование физико-механических свойств укрепленных этими реагентами грунтов в зависимости от различных факторов;

определение условий технической возможности и экономической целесообразности применения этих вяжущих материа-

лов в дорожном строительстве республики и в лесных районах страны; разработка технологического процесса при устройстве автомобильных лесовозных дорог с покрытием из местного грунта, укрепленного карбамидной смолой и сырой нефтью.

Глава II.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КАРБАМИДНОЙ СМОЛЫ И СЫРОЙ НЕФТИ С ГРУНТОМ.

Теоретической основой рассматриваемого метода укрепления грунтов карбамидной смолой и сырой нефтью являются принципы физико-химической механики дисперсных тел.

Взаимодействие минералов грунта, карбамидной смолы, нефти, воды представляет собой сложный процесс, состоящий из физических, физико-химических и химических явлений, протекающих как сразу при внесении в грунт реагентов, так и во времени. Главная роль в формировании структуры укрепляемого грунта принадлежит карбамидной смоле.

Физико-химическое взаимодействие грунтов с комплексным вяжущим, включающим в себя карбамидную смолу и нефть, будет происходить за счет электростатической неуравновешенности грунтовой системы, благодаря наличию в ней некомпенсированных отрицательных зарядов O^{2-} и $(OH)^-$. В свою очередь карбамидная смола с нефтью способна образовывать соединения включения и за счет наличия водородных связей амидной, аминной, метилольной и других реакционных групп происходит взаимосвязь вяжущего с поверхностью грунтовых частиц.

Процесс структурообразования в укрепляемом грунте комплексным вяжущим происходит за счет полимеризации вяжущего, а также в результате испарения легких фракций нефти, окисления ее под действием различных факторов с участием катализаторов, входящих в состав грунта. Процесс ускоряется механическим уплотнением смеси, благодаря чему происходит сближение частиц и увеличивается число контактов в единице объема.

На эффект укрепления грунтов комплексным вяжущим будет оказывать большое влияние гранулометрический, химико-

минералогический, агрегатный состав его, состав обменных катионов, влажность и др.

Образование и отверждение карбамидных смол требует кислой среды. Поэтому наличие в лесных грунтах креновой, гуминовой и других кислот, придающих ему кислую реакцию, будет оказывать благоприятное воздействие на процессы формирования нефтесмологрунтовых покрытий. Это будет достигаться за счет взаимодействия имеющихся в грунте поглощенных водородных катионов, способных к обмену с ионами водорода карбамидной смолы и углеводов нефти.

Процесс взаимодействия карбамидной смолы, нефти, воды и грунтовых частиц можно представить по следующей схеме: при смешении комплексного вяжущего с грунтом из водного раствора некоторой части карбамидной смолы выпадают первичные полиминеральные агрегаты. Затем продолжаются реакции роста цепей пленок и разветвленных пространственных структур. Избыточная вода частично механически защемляется в образующейся сетке, частично ориентируется, а в ряде случаев связывается химически. Часть воды при этом также будет вытесняться, а часть — непосредственно испаряться с легкими фракциями нефти.

Глава III.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ, УКРЕПЛЕННЫХ КАРБАМИДНОЙ СМОЛОЙ М-70 И СЫРОЙ НЕФТЬЮ.

Для исследований физико-механических свойств грунтов, укрепленных карбамидной смолой и нефтью, брали песок средний, близкий по своему гранулометрическому составу к супесям легким, супесь тяжелую, суглинок легкий и суглинок тяжелый пылеватый. Физико-механические свойства грунтов приведены в работе в специальных таблицах. В качестве вяжущих материалов была взята карбамидная смола М-70 и нефть с Речицкого месторождения, а в качестве отвердителя карбамидной смолы — хлористый аммоний. Физико-химические свойства их приведены в работе в таблицах и графиках.

Основными критериями при оценке эффективности применения карбамидной смолы М-70 и сырой нефти для укрепления грунтов были приняты водоустойчивость, предел прочности при сжатии и модуль деформации образцов стандартной величины 5×5 см. Прочность образцов на сжатие определяли на испытательной машине УМ-5А, а модуль деформации вычисляли по методу, предложенному Ленинградским филиалом СоюзДорНИИ не путем вдавливания штампа, а в условиях свободного бокового расширения по формуле:

$$E = \frac{ph}{1(1-\mu^2)}$$

где: p — удельное давление в кг/см², под действием которого получена величина деформации, равная 1;
 h — высота образца, см;
 μ — коэффициент Пуассона, величина которого может быть принята равной 0,25;
 $1-\mu^2$ — представляет собой переход от значения модуля деформации со свободным боковым расширением, полученного в опыте, к модулю с ограниченным боковым расширением, принятому в методе расчета СоюзДорНИИ.

Установление оптимального соотношения карбамидной смолы, амбарной нефти и хлористого аммония проводили на образцах супеси тяжелой. Для оценки морозостойкости грунта, укрепленного комплексным вяжущим, проводилось испытание образцов на попеременное замораживание-оттаивание. Исследования проводились с супесью тяжелой согласно «Указаний по применению в дорожном и аэродромном строительстве грунтов, укрепленных вяжущими материалами» СН 25-64, утвержденных Госстроем СССР.

Величину и характер напряжений и деформаций нефтесмологрунтового покрытия, износ его, влияние нагрузки на изменение напряжений, влажность в нефтесмологрунтовом покрытии и основании изучались путем заложения опытного покрытия на грунтовом канале БТИ им. С. М. Кирова.

Долговечность нефтесмологрунта, как нового дорожно-строительного материала, определялась по ускоренной методике путем исследования потери прочностных показателей образцов нефтесмоло-, цемента- и битумогрунта после нахождения их во влажных условиях хранения на протяжении 2-х лет и после 200 час. нахождения в камере искусственной погоды ИП-1-3, предназначенной для исследования различных полимерных материалов на долговечность.

Испытания всех образцов проводили при воздушно-сухих и влажных условиях до и после водонасыщения.

Полученные экспериментальные данные обрабатывались приемами вариационной статистики и на электронно-вычислительной машине «Проминь», в результате чего для всех зависимостей выведены корреляционные уравнения.

Глава IV.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ, УКРЕПЛЕННЫХ КАРБАМИДНОЙ СМОЛОЙ И СЫРОЙ НЕФТЬЮ.

Одним из важнейших показателей укрепленного грунта любым вяжущим является его водоустойчивость, которая характеризуется степенью размокания грунта в воде и способностью водонасыщаться. Если образцы укрепленного грунта водонасыщаются, а предел прочности при сжатии их невелик, то такое вяжущее не может представлять практического интереса.

Исходя из этого, нами были проведены исследования по укреплению супеси тяжелой, песка, суглинка одной карбамидной смолой М-70 и в сочетании с сырой нефтью Речицкого месторождения. Физико-механические свойства образцов супеси, приготовленных с различным количеством карбамидной смолы и нефти, в 28-суточном возрасте после водонасыщения приведены в табл. 1, а зависимость модуля деформации от количества содержания нефти — на рис. 1.

Таблица 1

№№ серий образ- цов	Кол-во по весу грунта, %		Объемн. вес, кг/см ³	Водона- сыще- ние, %	Предел прочности при сжатии, кг/см ²	Модуль де- формации, кг/см ²
	нефти	смолы				
1	0	2	2,18	13,1	1,1	60,5
2	0	3	2,17	12,7	12,7	420
3	0	4	2,20	10,7	13,1	827
4	2	2	2,03	2,7	0,8	40
5	3	2	2,04	1,2	2,1	95
6	4	2	2,06	0	2,7	144
7	2	3	2,03	3,1	6,9	340
8	3	3	2,05	3,0	10,1	538
9	4	3	2,08	1,3	9,0	460
10	2	4	2,08	0,8	25,0	1340
11	3	4	2,06	0	26,8	1475
12	4	4	2,11	0	22,7	1130

На основании проведенных исследований и сравнения полученных физико-механических данных с требованиями «Инструкции по строительству, содержанию и эксплуатации лесовозных автомобильных дорог из укрепленных грунтов» и «Указаний по применению в дорожном и аэродромном строительстве грунтов, укрепленных вяжущими материалами» СН 25-64, нами установлено, что оптимальное количество комплексного вяжущего (57% карбамидной смолы, 43% нефти и 1% хлористого аммония по весу смолы) составляет: для песков средних, по гранулометрическому составу близких к супесям легким,—5%, для супесей тяжелых—7%, для суглинков легких — 8—9%, а для суглинков тяжелых — не менее 10% от веса грунта.

Проведенные исследования прочностных свойств грунтов различного гранулометрического состава, укрепленных комплексным вяжущим, показали, что самую высокую прочность при одинаковом расходе вяжущего имеют образцы песка среднего, по гранулометрическому составу близкого к супеси легкой.

Так, предел прочности при сжатии их на 7-е сутки составил 55 кг/см², а модуль деформации—2200 кг/см², в то время, как у супеси тяжелой при аналогичных условиях эти показате-

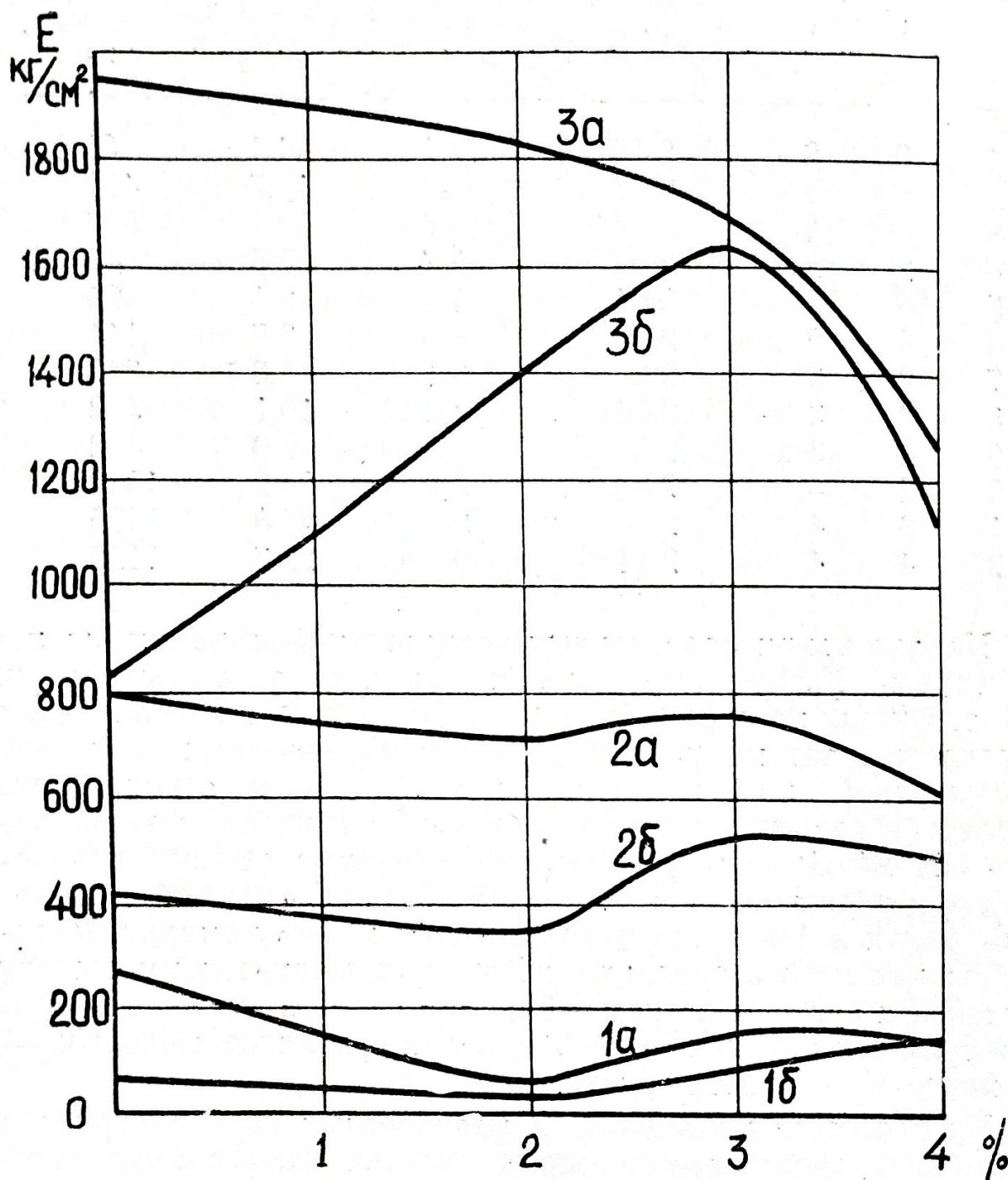


Рис. 1. Зависимость модуля деформации нефтесмологрунта от количества содержания нефти. Грунт—супесь тяжелая.

a—воздушно-сухие образцы *б*—после водонасыщения
1a, 1б — 2% карбамидной смолы М-70
2a, 2б — 3% карбамидной смолы М-70
3a, 3б — 4% карбамидной смолы М-70

тели соответственно составили 18,2 и 1147 кг/см², а у суглинка тяжелого—8,8 и 411 кг/см².

Со временем росли и прочностные показатели всех видов грунтов, что видно из рис. 2.

На прочностные свойства нефтесмологрунта существенное влияние оказывает влажность грунта и режим полимеризации, что видно из полученных результатов испытаний образцов супеси с влажностью, близкой к 0, 3, 5 и 7%. Так, если предел прочности у образцов супеси с влажностью близкой к 0, укрепленной 7% комплексного вяжущего, составил 17,7 кг/см² в возрасте 1 суток, то с влажностью 3; 5; 7% эти показатели соответственно составили 4,8; 1,4; 1,2 кг/см² при влажных условиях хранения. После двухсуточного водонасыщения показатели их увеличились соответственно—до 17,8; 14,5; 5,2 и 2,6 кг/см². В возрасте 7-ми суток влажные водонасыщенные образцы имели предел прочности при сжатии соответственно: $R = 18,5$ кг/см² при влажности, близкой к 0; $R = 17,9$ кг/см² при $W = 3\%$; $R = 14,7$ кг/см² при $W = 5\%$; $R = 11,7$ кг/см² при $W = 7\%$. Это говорит о том, что процессы структурообразования в нефтесмологрунтовой покрытии протекают во времени и зависят от влажности и режима твердения. Чем меньше влажность грунта, тем прочностные показатели нефтесмологрунта возрастают быстрее. При воздушно-сухих условиях прочностные показатели возрастают интенсивнее.

Во II—IV климатических зонах важным показателем дорожных одежд является их морозостойкость. Поскольку нефтесмологрунт является новым дорожно-строительным материалом, то мы не остановились испытанием его только при 15 циклах замораживания-оттаивания, как это предусмотрено СН 25-64, а подвергали его 60 циклам замораживания-оттаивания. Результаты этих испытаний приведены в табл. 2.

Как видно из приведенных данных, нефтесмологрунт является довольно морозостойким материалом. После 15 циклов замораживания-оттаивания предел прочности при сжатии у всех образцов гораздо выше требуемых показателей для II класса прочности дорог. Значение предела прочности образцов, приготовленных из супеси, имеющей влажность 5%, и хранящихся при воздушно-сухом режиме полимеризации, и с влажностью 3%, хранящихся при влаж-

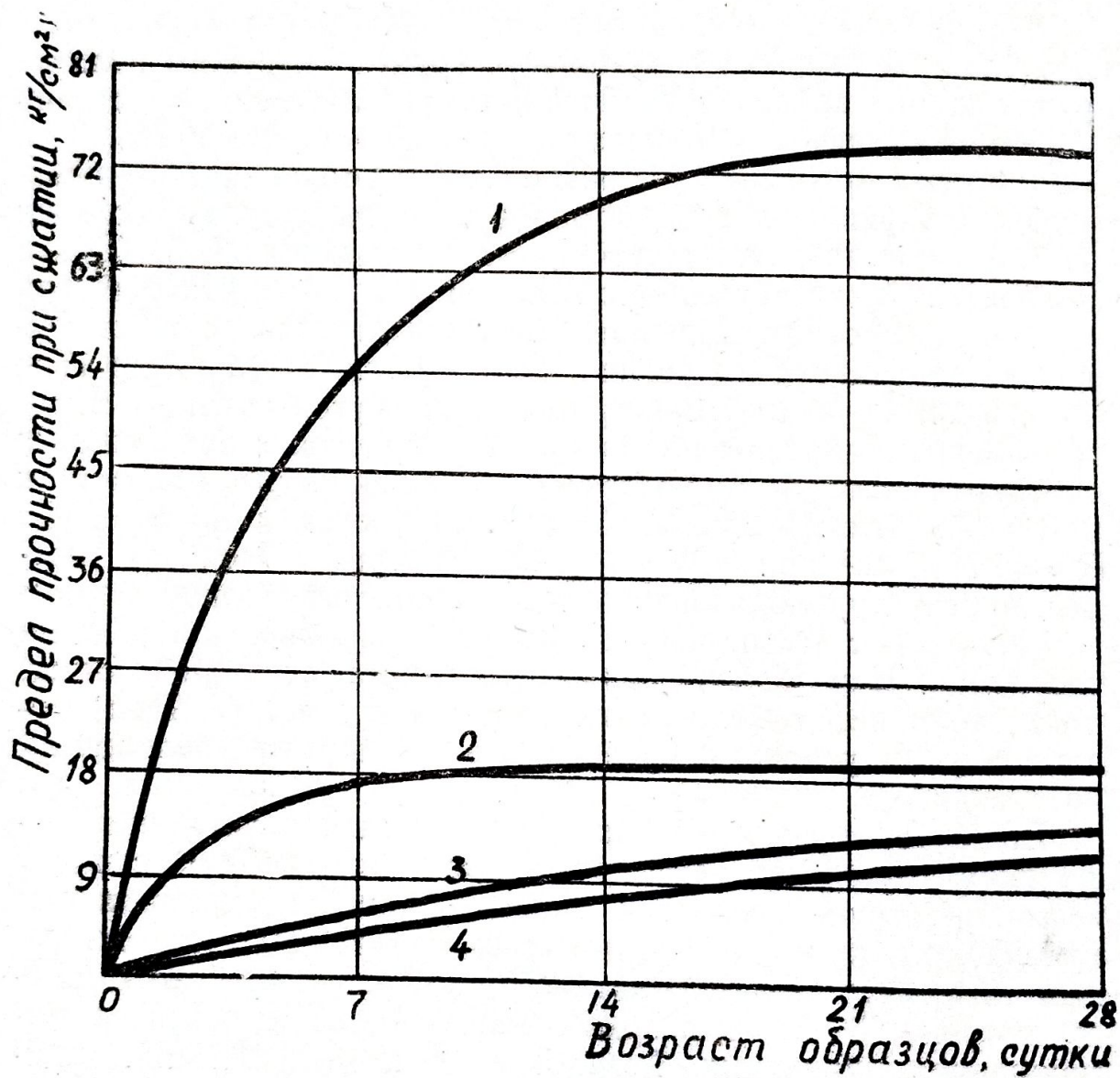


Рис. 2. Зависимость прочности нефтесмологрунта от гранулометрического состава грунта при влажных условиях полимеризации.

1—песок средний; 2—супесь тяжелая; 3—суглинок легкий; 4—суглинок тяжелый.

ном режиме полимеризации, выше показателей, требующихся для 1 класса прочности дорог.

Физико-механические свойства образцов супеси, укрепленной комплексным вяжущим, при испытании на морозостойкость

Таблица 2

Кол- во цик- лов	Влажность грунта, %							
	W=7		W=5		W=3			
	Режим полимеризации							
	Возд.-сух.		Возд.-сух.		Возд.-сух.		Влажный	
	R кг/см ²	E кг/см ²	R кг/см ²	E кг/см ²	R кг/см ²	E кг/см ²	R кг/см ²	E кг/см ²
0	22,8	1403	34,7	2132	35,2	1423	36,8	1680
15	21,6	1296	33,8	1885	34,4	1378	35,6	1640
50	20,1	1009	32,5	1701	32,9	1252	33,0	1520
60	20,0	952	32,3	1676	32,5	1217	32,4	1483
% сни- жения проч- ностных свойств после 60 циклов замо- раж.- оттаив.	12,7	32,1	7,4	21,4	7,7	14,5	11,9	11,7

В соответствии с поставленными задачами на грунто-вом канале БТИ было построено 4 различных по сочетанию карбамидной смолы, отвердителя и нефти участка опытного покрытия из нефтесмологрунта (рис. 3): соответственно первый — 5; 5; 1; второй — 5; 3; 2; третий—4; 1; 3; четвер-тый—4; 3; 3. Количество смолы и нефти принято в процентах по весу грунта, отвердителя — хлористого аммония—в про-центах по весу смолы. Грунт на первом участке—супесь, на остальных—песок. На рисунке видны провода от заложен-ных в покрытие и основание датчиков напряжения и влаж-ности.

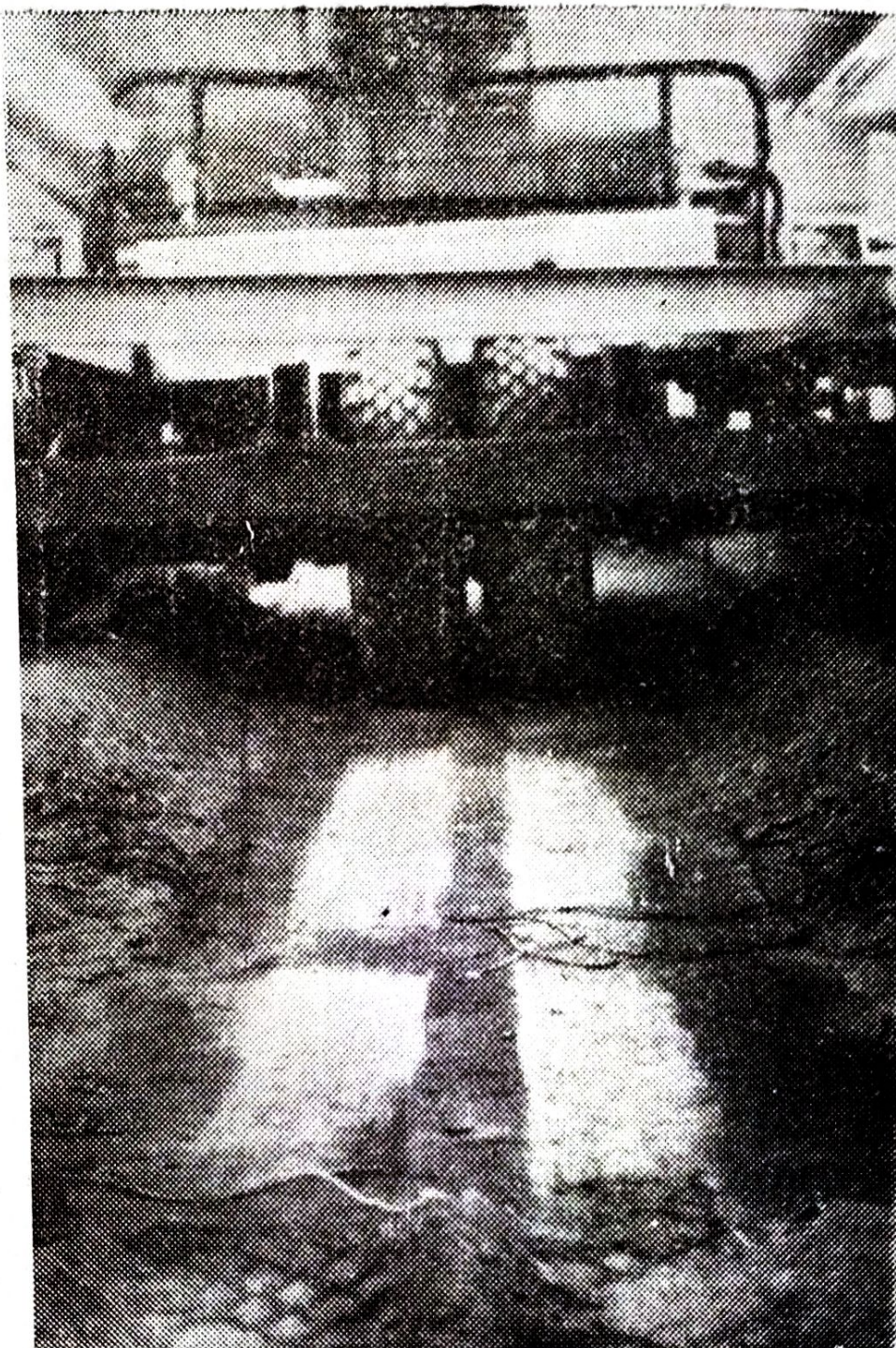


Рис. 3. Общий вид опытного покрытия
из нефтесмологрунта с движущейся по нему
колесной парой

Значение модуля деформации каждого участка в зависимости от возраста его приведены в табл. 3.

Значение модуля деформации (кг/см²) покрытия из нефтесмологрунта на грунтовом канале БТИ

Таблица 3

№№ участ- ков	Возраст образцов, сутки				
	1	7	9, в т. ч. двое суток водона- сыщения	14	28
1	8505	>15000	>15000	>15000	>15000
2	6000	10980	12255	11595	12215
3	630	3195	3150	3255	3300
4	1200	3855	3750	4050	4200

2289 ар.

Измерение влажности в нефтесмологрунтовом покрытии и основании показало, что влажность в покрытии как до водонасыщения, так и после его оставалась почти на одном уровне, в то время, как влажность в основании после водонасыщения резко увеличилась. Это говорит о том, что нефтесмологрунтовое покрытие водостойчивое.

Сравнительные исследования возникающих напряжений в нефтесмологрунтовом и гравийном покрытиях и основании под ними показали, что в первом случае они гораздо ниже, чем во втором, что видно из рис. 4. Датчики напряжений в первом и другом случае закладывались: № 19 — посередине покрытия участка № 3; № 11 — на глубине 160 см от покрытия; № 18 — на глубине 460 см от покрытия; № 17 — на глубине 760 см от покрытия.

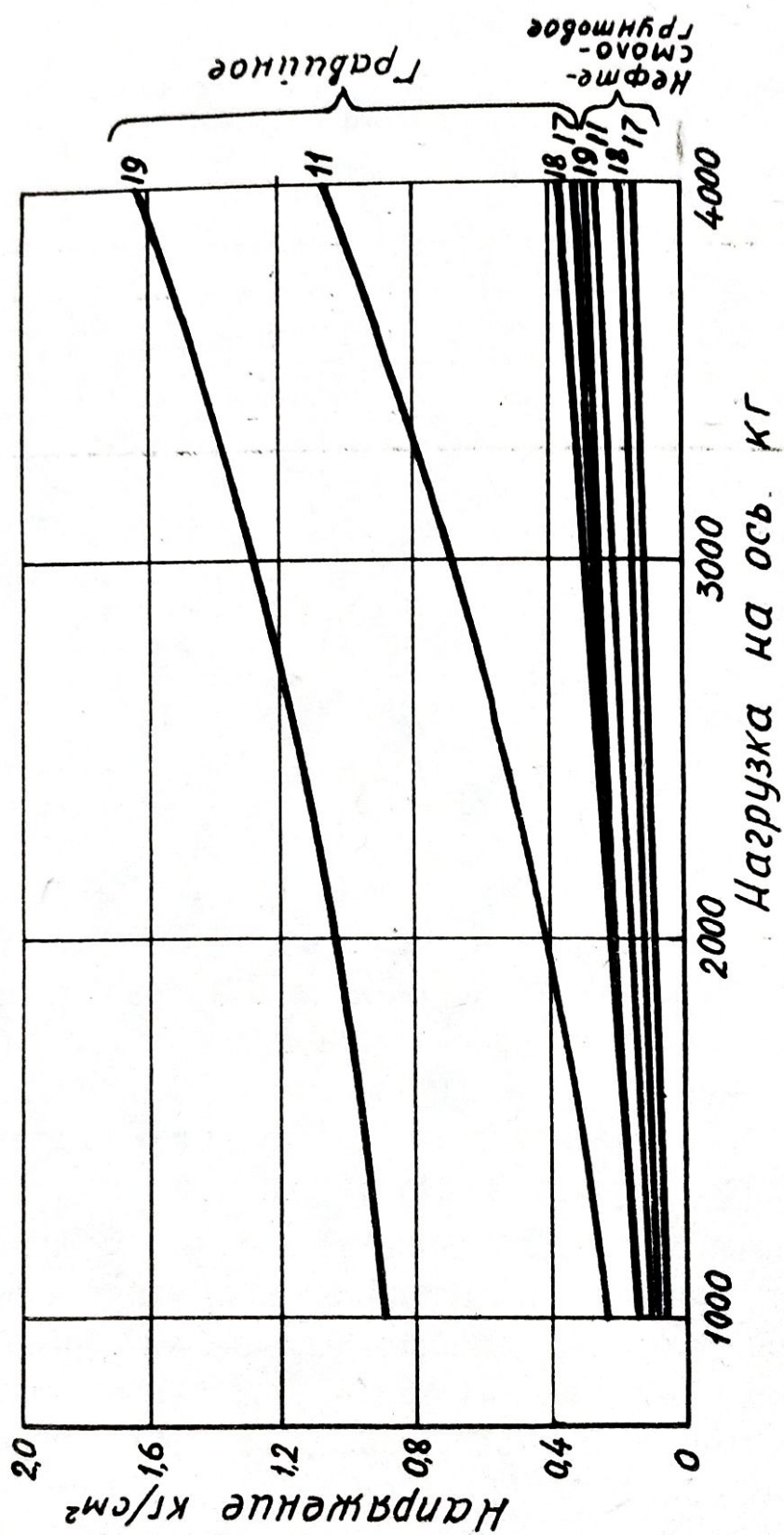


Рис. 4. Зависимость напряжений от нагрузки на ось колеса

Проведенные исследования образцов песка, укрепленного 7% комплексного вяжущего, цемента и битума на долговечность показали, что образцы нефтесмологрунта имеют самое малое снижение прочности по сравнению с цемента- и битумогрунтом. Так, если предел прочности его при аналогичных испытаниях по двум режимам в камере искусственной погоды составил 60,1 кг/см² или снизился всего на 6% по сравнению с первоначальным показателем, то у цемента-грунта этот показатель снизился на 60%, а у битумогрунта — на 63,8%. Такая же тенденция к снижению наблюдается и у образцов супеси, укрепленной этими же вяжущими материалами, только абсолютные величины их меньше. Это дает основание предполагать, что нефтесмологрунт будет более долговечен, чем грунт, укрепленный известными вяжущими материалами.

Глава V.

ИСПЫТАНИЕ НЕФТЕСМОЛОГРУНТОВЫХ ПОКРЫТИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

После проведения исследований по изучению физико-механических свойств нефтесмологрунта в зависимости от времени приготовления вяжущего, смеси, введения отвердителя в вяжущее или грунт, а также получения результатов закладки опытного покрытия на грунтовом канале БТИ были построены опытные участки покрытия на 2-х лесовозных дорогах. Толщина покрытия была принята 15—17 см, профиль — корытный. Покрытие строилось с помощью выпускаемых серийно и имеющихся в дорожно-строительных организациях механизмов по способу смещения грунта на месте.

Результаты проведенных полевых испытаний по определению прочности покрытия показали, что покрытие через 14 суток после его строительства имело модуль деформации 1815 кг/см², а через 28 суток — 1845 кг/см². Опыт эксплуатации его также показывает, что при соблюдении технологии строительства нефтесмологрунтового покрытия, при тщательном перемешивании всех компонентов с грунтом достигается качественное состояние его.

Глава VI.

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ ИЗ МЕСТНОГО ГРУНТА, УКРЕПЛЕННОГО КАРБАМИДНОЙ СМОЛОЙ И НЕФТЬЮ, И ТЕХНИКО- ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ИХ

Расчет толщины дорожной одежды производили по формуле и номограммам, составленным на основании ее:

$$E_{\text{экв}} = \frac{E_0}{1 - \frac{2}{\pi} \left(1 - \frac{1}{n^{3,5}} \right) \operatorname{arctg} n \frac{h}{D}},$$

где: $E_{\text{экв}}$ — эквивалентный модуль деформации двухслойной системы, кг/см²;

E_0 — модуль деформации основания, кг/см²;

n — показатель степени, равный $\sqrt[2,5]{\frac{E_1}{E_0}}$

здесь: E_1 — модуль деформации верхнего слоя, кг/см².

D — диаметр круга, равновеликого следу колеса расчетного автомобиля, см.

h — толщина слоя, см.

На основании проведенных расчетов установлено, что наиболее экономичной конструкцией из нефтесмологрунта будет двухслойная конструкция покрытия.

Технико-экономическое сравнение стоимости равнопрочных дорожных одежд из нефтесмологрунта, а также из грунта, укрепленного битумом и цементом, показывает, что уже сейчас в отдельных районах страны может быть получена экономия от 5 до 13 тыс. руб. на 1 км дороги при внедрении нефтесмологрунтовых покрытий, а себестоимость 1 м³ · км в сопоставимых условиях составила бы: при нефтесмологрунтовом покрытии — 4,66 коп., при битумогрунтовом — 5,38 коп., при цементогрунтовом — 4,86 коп.

Произведенные совместно с Гомельским дорожным отделом Белгипродора расчеты и сравнение стоимости дорожной одежды из грунта, обработанного карбамидной смолой и нефтью, и из привозных каменных материалов на различных

дорогах Гомельской области показали, что снижение стоимости строительства 1 км дороги могло бы достигнуть от 18,6% до 36,1%. Белгипродором эти расчеты представлены в ГУ-ШОСДОР при Совете Министров БССР для расширения исследований по этой теме и практического внедрения такого типа покрытий в дорожном строительстве БССР.

Приведенное говорит о том, что даже при существующих относительно высоких ценах на карбамидную смолу применение её вместе с нефтью в дорожном строительстве уже в настоящее время сулит народному хозяйству большие выгоды.

С дальнейшим развитием химической промышленности и снижением цены на карбамидную смолу укрепление грунтов при строительстве лесовозных автомобильных дорог предлагаемым способом по техническим и экономическим показателям займет ведущее место в лесных и других районах страны, где отсутствуют каменные материалы.

ВЫВОДЫ:

1. В результате проведенных нами исследований установлена полная возможность комплексного укрепления грунтов карбамидной смолой в сочетании с сырой нефтью, в т. ч. и из амбаров. Сочетание оптимальных добавок указанных компонентов и отвердителя — хлористого аммония — обеспечивает высокие прочностные показатели нефтесмологрунта.

2. В работе приведены теоретические предпосылки взаимодействия карбамидной смолы и нефти с грунтом в зависимости от гранулометрического, минералогического, агрегатного состава и влажности его. На основании их дается обоснование возможности эффективного укрепления этими материалами переувлажненных и кислых грунтов, трудно поддающихся укреплению другими вяжущими материалами (цементом, битумом).

3. Проведенными исследованиями грунтов различного гранулометрического состава установлено влияние его на прочностные свойства получаемого дорожно-строительного материала. С увеличением количества глинистых частиц в грунте прочностные свойства нефтесмологрунта снижаются.

4. Установлено, что с повышением влажности грунта прочностные свойства нефтесмологрунта снижаются. У грунтов с

большей влажностью процессы структурообразования идут медленнее.

5. Экспериментальные исследования подтвердили, что щелочные грунты с $ph > 7$ укреплению карбамидной смолой и сырой нефтью не поддаются. Наоборот, кислые грунты эффективно вступают во взаимодействие с комплексным вяжущим, что свидетельствует о преимуществах применения этих реагентов во II (лесной) дорожно-климатической зоне.

6. Исследования физико-механических свойств нефтесмологрунта показали, что процессы структурообразования в данном материале протекают во времени. При этом определенную роль в данном случае играет вязкость карбамидной смолы. Чем она меньше, тем и меньше прочностные свойства, и наоборот, с увеличением вязкости карбамидной смолы прочность нефтесмологрунта увеличивается быстрее.

7. Проведенными испытаниями нефтесмологрунта на морозостойкость установлено, что он обладает повышенными прочностными показателями по сравнению с цементо- и битумогрунтом.

8. Испытания по ускоренной методике по определению долговечности нефтесмологрунта в сравнении с цементо- и битумогрунтом показали, что снижение прочностных свойств нефтесмологрунта в несколько раз меньше, чем при аналогичных условиях у цементо- или битумогрунта. Это дает основание предполагать о большей долговечности его по сравнению с грунтами, укрепленными известными вяжущими материалами.

9. Проведенные опытно-производственные испытания нефтесмологрунтовых покрытий показали высокие прочностные показатели их. Они водоустойчивы, обладают большей деформативностью по сравнению с грунтами, укрепленными одной карбамидной смолой, износостойкостью.

10. Применение указанных вяжущих материалов для укрепления грунтов позволит создавать различные конструкции дорожных одежд полностью из местных грунтов, что является важным вопросом в деле снижения стоимости и ускорения темпов строительства дорог в районах с отсутствием каменных материалов.

11. Произведенные технико-экономические расчеты по сравнению стоимости 1 км дороги и 1 м³ · км вывозки по дорогам с различными типами покрытий показали, что уже при существующих ценах на карбамидную смолу применение ее

и нефти, в т. ч. и из амбаров, в практике строительства лесовозных автомобильных дорог может дать народному хозяйству значительный экономический эффект.

12. Материалы проведенных исследований положены в основу разрабатываемой в настоящее время на кафедре технологии нефти и газа БТИ им. С. М. Кирова установки по отделению тяжелых фракций нефти непосредственно на месторождениях для использования их в дорожном строительстве. Предварительные расчеты показывают, что от применения одной такой установки производительностью до 10 тыс. т в год может быть сэкономлено более 200 тыс. руб. в год, что имеет важное народнохозяйственное значение для районов, богатых нефтью (Тюменская, Томская обл. и др.) и бедных каменными материалами.

Основное содержание диссертации изложено в следующих работах:

1. Укрепление грунтов нефтью с добавкой карбамидных смол. Журн. «Автомобильные дороги», № 5, 1969 г.

2. Укрепление грунтов комплексным вяжущим. Реферативная информация «Лесозэксплуатация и лесосплав», № 16, 1969 г.

3. Нефтесмологрунт. Журн. «Промышленность Белоруссии», № 7, 1969 г.

4. Исследование влияния влажности грунта при укреплении его карбамидной смолой и нефтью. Тезисы докладов республ. научно-техн. и методич. конф. «Сухопутный транспорт леса», 17—19 сентября 1969 г. Изд-во «Полымя», Минск, 1969 г.

5. Применение полимерных материалов в дорожном строительстве. Тезисы докладов республ. научно-техн. и методич. конф. «Сухопутный транспорт леса», 17—19 сентября 1969 г. Изд-во «Полымя», Минск, 1969 г.

6. Лесовозные дороги и экономика леспромхоза. Бюл. «Промышленность Белоруссии», № 1, 1967 г.

О результатах настоящих исследований сообщено:

1. На VI Всесоюзном совещании по закреплению и уплотнению грунтов (секция III. «Теория и методы искусственного улучшения песчаных пород»), 3—5 февраля 1969 г., МГУ;

доложено:

1. На научно-технической конференции аспирантов Белорусского технологического института им. С. М. Кирова, 25—27 апреля 1968 г.

2. На республиканской научно-технической и методической конференции «Сухопутный транспорт леса» 17—19 сентября 1969 г., г. Минск.

3. На заседании кафедры сухопутного транспорта леса и дорожных машин Белорусского технологического института им. С. М. Кирова 20 сентября 1969 года.

4. На совместном заседании кафедр технологии пластмасс и резины, технологии переработки нефти и газа, сухопутного транспорта леса и дорожных машин Белорусского технологического института им. С. М. Кирова 28 октября 1969 г.

5. В Белгипродоре 29 октября 1969 г.



АЗ 37602 Сдано в набор и подп. к печ. 28.IV-1970 г. Формат 60×84¹/₁₆.

Печ. л. 1,5. Тираж 250. Зак. 3123.

Гомельская ф-ка „Полеспечать“ Госкомитета Совета Министров БССР
по печати. Гомель, Советская, 1.