

*В. В. ЖУКОВ, В. Д. МАРТЫНИХИН,
И. И. ЛЕОНОВИЧ, А. Л. ОКОВИТЫЙ*

СТАБИЛИЗАЦИЯ ГРУНТОВЫХ ПОКРЫТИЙ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ВЯЖУЩИМИ

В текущем семилетии лесная промышленность должна сделать новый грандиозный шаг по пути развития комплексной механизации и автоматизации производственных процессов. Выполнение этой программы развития потребует напряженной работы также и в области дорожного строительства. За короткий период в леспромхозах предстоит выполнить большой объем работ по постройке в лесу дорог с применением современных дорожных машин и механизмов.

В связи с резким увеличением в СССР производства строительных материалов и внедрением дорожной техники имеются все необходимые условия для устройства автомобильных лесовозных дорог со сравнительно дешевыми покрытиями из грунтов, укрепленных органическими и минеральными вяжущими материалами, отвечающими по своей прочности нагрузкам и характеру движения лесовозного транспорта.

Укрепление местных грунтов вяжущими становится одним из основных способов постройки дорожных покрытий. Особенно это относится к дорогам общего пользования. Такая тенденция объясняется тем, что покрытия из стабилизированного местного грунта с использованием органических и минеральных вяжущих в 2—2,5 раза дешевле равнопрочных каменных покрытий. Экономия в первую очередь происходит за счет сокращения транспортных расходов по перевозке дорожно-строительных материалов на большие расстояния. Эти расходы превышают 30%¹ всей стоимости покрытия, которая составляет 50—70%¹ от расходов по постройке дороги в целом.

Сооружение в лесу покрытий из стабилизированного местного грунта целесообразно при отсутствии вблизи трассы дороги гравийных карьеров.

По данным ДОРНИИ, 1 км покрытия из грунтоцемента стоит 6,3—7,0 тыс. руб., а из грунтобитума—7,0—7,5 тыс. руб. По тем же данным, равнопрочные щебеночные и гравийные покрытия стоят в зависимости от расстояния транспортировки

гравия, щебня и песка соответственно 15,0—22,5 тыс. руб. и 7,0—13,5 тыс. руб. Стоимость 1 км гравийного покрытия Мостовской лесовозной дороги Оленинского леспромхоза ЦНИИМЭ составляет 9,0—10,0 тыс. руб.

Приведенные цифры говорят в пользу сооружения покрытий из стабилизированных местных грунтов. Однако широкое применение вяжущих, особенно органических, в дорожном строительстве в условиях БССР связано с технологическими трудностями, вытекающими из климатических и почвенно-грунтовых условий республики, относящейся ко II климатической зоне, т. е. к зоне избыточного увлажнения.

При выборе способа стабилизации местных грунтов вяжущими необходимо решить вопрос технологии введения вяжущих в грунт, выбрать наиболее эффективные и рациональные поверхностно-активные добавки, а также установить целесообразность применения того или иного вяжущего материала.

Известно, что в условиях повышенной влажности лучше использовать грунты, обработанные органическими вяжущими—жидкими битумами и дегтями, имеющими меньшее водонасыщение. Однако приготовление этих смесей должно происходить при незначительной влажности грунта (2—8%) и высокой температуре воздуха, т. е. в жаркие летние дни. В БССР такие периоды очень непродолжительны, и это обстоятельство затрудняет обработку грунтов чистыми жидкими битумами и дегтями.

В настоящее время известны активные добавки, способствующие лучшему обволакиванию частиц грунта жидким битумом, при этом прочность покрытия может быть увеличена в несколько раз, а температура смешения снижена. Такими добавками являются: для грунта—известь, хлористый кальций; для битума—фенолы, органические кислоты, различные электролиты, торфяные смолы, дегти и др. Например, добавка в битум органических кислот и фенолов, а в грунт—извести позволяет увеличить прочность смеси в 5—6 раз. Активные добавки ускоряют стабилизацию грунта, дают возможность работать при более низких температурах. В результате строительный сезон удлиняется, а расход битума уменьшается на 25—30%.

Органическими вяжущими можно обрабатывать разнообразные по механическому составу грунты. Однако следует учитывать расход битума и стремиться к обработке супесчаных, легких суглинистых и пылеватых грунтов, при которых битума расходуется в 1,5—2 раза меньше (5—8%).

Таким образом, обработка грунта органическими вяжущими в условиях БССР связана с трудностями в основном технологического характера. Вместе с тем покрытия, обработанные органическими и минеральными вяжущими, обладают

водоустойчивостью—качеством, обязательным в условиях II климатической зоны.

В холодное и дождливое время вместо жидких битумов и дегтей можно использовать битумные и дегтевые эмульсии. Применение эмульсии позволит работать при любой влажности грунта и любых положительных температурах воздуха. Это даст возможность значительно увеличить период строительства покрытий и повысить темпы дорожного строительства. Однако применение эмульсий может привести, во-первых, к увеличению срока твердения покрытия, зависящему от испарения воды, содержащейся в грунтобитуме; во-вторых, к дополнительным затратам на приготовление эмульсии и перевозку содержащейся в ней воды.

Последнее обстоятельство может быть исключено при организации ритмичной работы дорожных машин в течение всего сезона и применении в ближайшем будущем диспергаторов—высокопроизводительных агрегатов для получения эмульсий и при увеличении производства эмульсий заводами.

За 1958—1959 гг. сотрудниками кафедры транспорта леса Белорусского лесотехнического института проведена значительная работа по выбору эмульгатора для получения битумной эмульсии и разработке способа ее приготовления.

Необходимые исследования по приготовлению эмульсии осуществлялись на экспериментальной лабораторной мешалке. Полученная в лабораторных условиях эмульсия приготавливалась на эмульгаторах, составленных из химреактивов с применением едкого натра и древесного дегтя, а также с применением только пластических глин. Как показали опыты, получение битумной эмульсии на химреактивах требует тонкой диспергации битума и может производиться лишь в специальных установках—диспергаторах. Эмульсия с применением глины, а также извести может быть получена в мешалках лопастного типа, несложных по своей конструкции.

Для получения эмульсии в небольших количествах в Борисовских центральных ремонтно-механических мастерских была сконструирована и изготовлена лопастная мешалка, в которой наряду с эмульсией приготавливался глинистый раствор.

Установка для приготовления эмульсии (рис. 1) состоит из смесительного бака (8), снабженного водяной рубашкой (16) и кранами (13, 15) для сливания воды из рубашки и эмульсии из бака. На внутренних стенках бака и на валу (6) имеются лопасти (12), необходимые для интенсивного перемешивания раствора с битумом. Вал опирается на дно бака при помощи подпятника (14) и приводится во вращение электрической дрелью (7). Подача нагретого до температуры 120—140°C битума БН-1 производится по трубопроводу (3) и через воронку (4) из битумо-плавильного бака (2), установленного на каменной кладке (1) с подогревом снизу. В

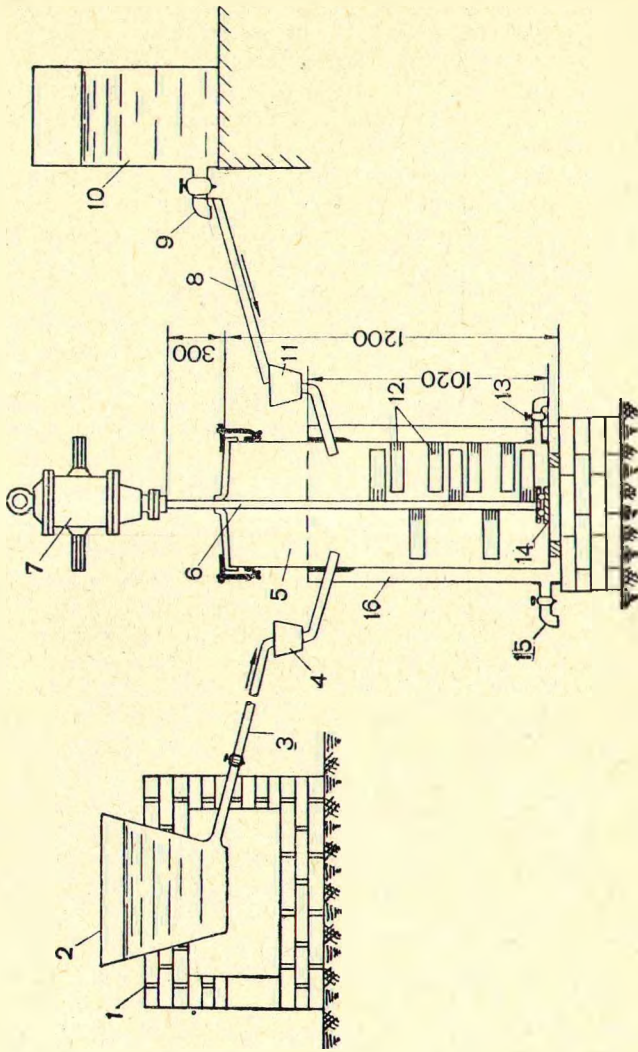


Рис. 1. Схема установки для получения битумной эмульсии.
Объяснение в тексте.

установку входит также бак (10) с соединительными приспособлениями—краником (9), лотком (8), воронкой для приема эмульгатора (11). В случае необходимости приготовление глинистого раствора нужной консистенции производится непосредственно в смесительном баке, куда в нужных количествах загружается измельченная глина и заливается вода. После пятиминутного перемешивания в воде дрелью глина растворяется, образуется раствор. Для получения эмульсии в бак при работающей дрели подается горячий битум.

Изучение технологии приготовления эмульсии и ее применения при сооружении покрытия производилось на дороге Бобруйского фандока, где был построен опытный участок проезжей площадью 150 м². Основная операция—смешение—производилась вручную. На этом участке дороги, построенном в сентябре—октябре, выявились ценные качества эмульсии. Так, несмотря на невысокие температуры воздуха и дождливую погоду, было произведено смешение битума с грунтом, и опытный участок сразу вступил в эксплуатацию. При этом за осенний период заметных деформаций покрытия не произошло.

Полученные составы эмульсий содержали глины 10—18%, а битума 30—45%. С увеличением пластичности глины ее процентное содержание в эмульсии уменьшается. Следует отметить, что, несмотря на некоторую трудоемкость приготовления эмульсий на глинистом эмульгаторе (из-за большего процентного содержания в эмульсии глины), при применении эмульсий для обработки пылеватых и песчаных грунтов требуется меньший процент введения глины в грунт перед его обработкой для получения оптимальной смеси.

Содержание битума в грунте должно составлять не менее 5—8%. Тогда водонасыщение и набухание смеси не будет превышать установленных норм. Например, при введении в оптимальный грунт 5% битума водонасыщение составляет всего 1—2%, с уменьшением процента битума водонасыщение увеличивается, при 1—2% битума образцы размокают.

Грунты, обработанные минеральными вяжущими, при сравнительно одинаковых модулях деформации с грунтобитумом характеризуются большей жесткостью и хрупкостью. Поэтому они чаще применяются в нижних слоях покрытия, где меньше воздействие касательных сил и ударов.

Стабилизация грунта минеральными вяжущими в условиях БССР должна сопровождаться гидрофобизацией путем обработки смеси битумными эмульсиями.

Частые замораживания и оттаивания в условиях переменной влажности и особенно при частых чередованиях положительных и отрицательных температур приводят к разрушению покрытий. Обработку грунтов минеральными вяжущими в целях экономии целесообразно производить после доведения

грунтов до оптимального или близкого к оптимальному составу. Не рекомендуется укрепление гумусовых, дерново-подзолистых и болотных грунтов.

Несмотря на отмеченные недостатки грунтов, обработанных минеральными вяжущими, их применение в дорожном деле целесообразно, но после обработки битумными или дегтевыми эмульсиями.

В БССР при строительстве лесовозных дорог открываются широкие возможности использования торфяной золы—отхода многих электростанций республики. Вяжущие свойства торфяной золы еще достаточно не изучены. Однако по действию зола близка цементу низких марок [2].

Как известно [1], горелые породы являются по своему химическому составу кислыми гидравлическими веществами. В процессе обжига пород, богатых коалинитом, при температуре 600—800° происходит их распад, в результате которого получаются Al_2O_3 и SiO_2 , которые легко соединяются с известью, образуя моносилкат кальция, а при большей температуре—высокоактивный ангидрид $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$, который и связывает известь. В отличие от доменных шлаков горелые породы и топливные шлаки не способны к самостоятельному отвердеванию без добавок активизаторов, но в смеси с из-

Таблица 1

Наименование окисла	Содержание, %
Окись кремния	33,7
Окись алюминия	26,0
Окись железа	10,0
Окись магния	1,6
Окись кальция	22,4
Серный ангидрид	0,8
Потери при прокаливании	5,5
Итого	100,0

Таблица 2

Название электростанций	Влага, %	Потери при прокаливании, %	Содержание, %					
			SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3
Сталинская	0,82	3,15	41,92	30,19	11,85	3,56	0,60	2,5
Каширская	0,14	—	50,6	30,30	16,7	2,25	0,78	0,34
Щекинская	0,94	4,16	41,92	35,20	13,06	5,20	0,72	1,37
Сугросовская	0,45	6,49	41,6	25,85	14,40	6,91	3,05	1,47
Березовская	—	3,04	45,11	37,07	6,54	6,02	3,93	0,15
Минская ТЭЦ	—	5,97	41,9	23,83		24,3	2,14	1,86

вестью или цементом они приобретают способность образовывать камневидное вещество.

Основными компонентами любой золы ископаемого горючего является окис кремния и окис алюминия в соотношениях, близких соотношениям этих окислов в цементе. По химическому составу зола отличается низким содержанием окиси кальция. Поэтому к золе необходимо добавлять известь. Известь, смешиваясь и химически соединяясь с компонентами

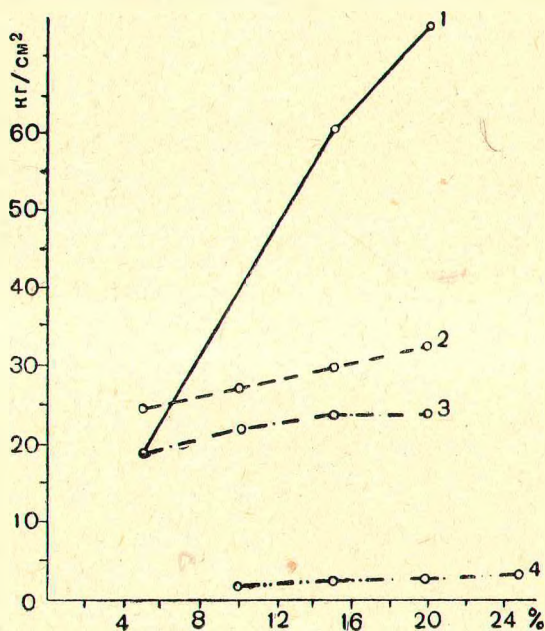


Рис. 2. Предел прочности образцов (кг/см²) в воздушносухом состоянии в зависимости от процентного содержания золы (%): 1—оптимальная смесь+зола+1,5% извести; 2—оптимальная смесь+брикетная зола; 3—оптимальная зола+зола; 4—песок+зола.

зола, дает высокодисперсный порошок, по химическому составу близкий цементу [2].

Примерный состав цемента низких марок приводится в табл. 1, а состав торфяных зол различных электростанций— в табл. 2.

В настоящее время зола применяется даже в качестве наполнителя для получения золобетона [2].

В лаборатории Белорусского лесотехнического института были проведены испытания образцов из грунта, обработанного торфяной золой Минской ТЭЦ. О вяжущих свойствах торфяной золы говорят кривые, построенные по результатам испытаний образцов в воздушносухом и водонасыщенном со-

стояниях (рис. 2, 3). Результаты испытаний позволяют сделать выводы о необходимости добавок извести к грунту, обрабатываемому торфяной золой, а также о процентном содержании торфяной золы в зависимости от веса сухого грунта.

Образцы с добавками извести 1,5% показали значительно больший предел прочности, чем такие же образцы из грунта с торфяной золой, но без добавки извести (рис. 2).

Необходимый процент торфяной золы зависит от ее вяжущих свойств. Например, торфяной золы Минской ТЭЦ должно быть не менее 15—20% при добавке 1,5% извести. В этом случае предел прочности водонасыщенных образцов уже превысит 5 кг/см² (рис. 3).

При применении покрытий из грунтов, стабилизированных вяжущими, необходимо делать поверхностный защитный слой из мелкого щебня толщиной 2 см, обработанного битумом. Такая обработка значительно улучшает работу покрытий.

Как показали исследования ДОРНИИ, модуль деформации подстилающего грунта под водонепроницаемым покрытием при ликвидации поднятия в верхнюю часть земляного полотна капиллярной воды может быть принят на 30—40% выше значений, предусматриваемых нормами. Это позволяет рекомендовать для

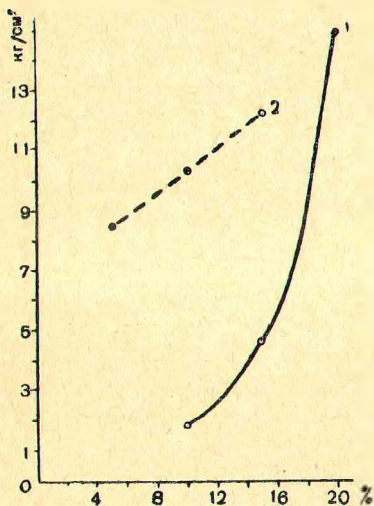


Рис. 3. Предел прочности водонасыщенных образцов (кг/см²) в зависимости от процентного содержания золы:

1—оптимальная смесь + зола + 1,5 извести; 2—оптимальная смесь + зола.

лесовозных дорог при требуемых модулях деформации 250—300 кг/см² однослойные покрытия, состоящие из слоя стабилизированного грунта толщиной 10—12 см и защитного слоя поверхностной обработки.

Переход к постройке новых покрытий лесовозных автодорог приводит к необходимости отказа от привычных для лесозаготовителей форм строительства.

Сооружение новых покрытий требует включения в машинно-дорожные отряды леспромхозов таких машин, как автогрейдеры, дорожные фрезы, распределители минеральных вяжущих, автогруднаторы, моторные и кулачковые катки. Наряду с этим в леспромхозах потребуется устройство битум-

ных баз, оборудованных резервуарами для хранения органических вяжущих, битумо-плавильными котлами для нагрева битумов до рабочей температуры перед их разливом на дорогу. В ряде случаев для получения мелкого щебня в целях поверхностной обработки в состав отряда должны быть включены передвижные дробильно-сортировочные установки.

Постройка покрытий из стабилизированных грунтов требует тщательного соблюдения технических норм постройки покрытия и земляного полотна, выполнения строительных работ на основе учета свойств местного грунта и климатических факторов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Инструкция о переработке шлаков и горелых пород ускоренным способом с пониженным расходом вяжущих, Цнибгражданстрой, 1950.

[2] Л. М. Розенфельд, Н. И. Левин. Безавтоклавный конструктивный золобетон, Ин-т технико-экономической информации АН СССР, 1956.
