

результате отмучивания в нашей воронке получаются те же фракции, что и в приборе проф. Сабанина, а именно: непосредственно—частицы от 1 мм до 0,25 мм в диам.

" 0,25 "	— 0,05 "
" 0,05 "	— 0,01 "
по разности " < "	— 0,01 "

Подразделение частиц меньше 0,01 мм на среднюю пыль от 0,01 до 0,005 мм, мелкую пыль от 0,005 до 0,001 мм и ил—меньше 0,001 мм производится отмучиванием в простых стаканах-банках, как описано в указанном кратком курсе «Почвоведения».

Принимая во внимание результаты, полученные предварительно для крупных механических фракций (частиц больше 1 мм в диаметре на соответственных ситах), нетрудно высчитать процентное содержание мелких механических фракций, установленных описанными выше операциями. Для отмучивания рекомендуется применять дестиллированную воду.

Определение гранулометрического вида почв и грунтов в связи с их дорожными качествами

Как известно, дорожные качества почв и грунтов в значительной мере связаны с их гранулометрическим составом. Так, глинистые образования характеризуются большой набухаемостью от воды, и чем выше у них коэффициент набухания, тем хуже они ведут себя в условиях дорожного полотна (сильно липки, вязки и влагоемки).

Грунты с большим механическим числом и малой набухаемостью обладают весьма слабой связностью, а потому легко режутся ободом колеса и следовательно тяжелы для проезда.

Наконец грунты с средним по величине механическим числом, напр. = 50—60, но при коэффициенте набухания в 40—50 тоже обладают рядом отрицательных дорожных качеств.

На основании многочисленных наблюдений и анализов, которыми мы располагаем, сравнительно удовлетворительными качествами с точки зрения дорожного дела обладают почвы и грунты с механическими числами, лежащими в интервале между 80—95, при коэффициенте набухания от 15—30 и с отношением физической глины к песку как 1:2,5—6. Такие грунты обычно водопроницаемы, обладают средней липкостью, заметно связны (около 9—12 кг/см²) и имеют сравнительно высокую нижнюю гравитацию текучести.

В помещаемой табл. 3 нами сведены основные элементы дорожной оценки почв и грунтов по механическому числу и коэффициенту набухания. В графах 9 и 10 таблицы приводятся некоторые ориентировочные данные относительно степени пригодности разных грунтов для дорожного полотна, потребности в гранулометрических добавках, а также применимости некоторых других дорожных почвенно-грунтовых мелiorаций.

Проф. М. М. Филатов

ВЛИЯНИЕ ПОГЛОЩЕНИЯ ОСНОВАНИЙ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ И ГРУНТА¹

При изучении грунтовых дорог выяснилось, что поведение их прежде всего обусловливается механическим составом, т. е., из каких частиц по крупности и в каком взаимоотношении эти частицы находятся в дороге. Но механический состав почвы и грунта может изменяться с изменением их химического состава, и таким образом химизм будет влиять на свойства дорожного полотна.

В агрономии давно известен такой факт. Навозная жижа, профильтрованная через почву, становится прозрачной, так как все красящие вещества ее задерживаются в почве. Точно так же, если через почву фильтровать раствор хлористого бария, натрия или другой какой-либо нейтральной соли, то некоторое количество оснований (барий, натрий) из раствора будет поглощено почвой.

Это явление поглощения почвой красящих веществ называется «поглотительной способностью» почвы, и, как выяснено в настоящее время, зависит от многих при-

чин—механических, физических, химических, электрических и биологических. В зависимости от того, какая из этих причин имеет большее значение в явлении поглощения, и поглотительная способность носит соответственное название.

Акад. К. К. Гедройц¹, благодаря трудам которого многое стало ясным в явлении поглощения, различает следующие виды поглотительной способности: механическую, физическую, физико-химическую, химическую и биологическую. Особенно важное значение имеет физико-химическая поглотительная способность. Если облить почву раствором хлористого натрия и раствор отфильтровать, то в фильтрате кроме натрия окажется кальций, магний, а иногда и водород. Следовательно при взаимодействии почвы с солью раствора происходит замещение одних оснований другими. Эта реакция обмена основаниями идет в эквивалентных количествах, пай на пай, а потому она является реакцией химической. В то же время эта реакция замещения происходит в почвенных частицах с молекулами, расположеннымными на поверхности; молекулы, находящиеся внутри почвенных частиц, в этой реакции не участвуют. Вследствие этого эквивалентности между реагирующей почвой и солью раствора не наблюдается. А потому эта реакция называется физико-химической поглотительной способностью почвы. Эта реакция происходит тем в больших количествах, чем мельче почвенные частицы, так как с уменьшением величины частиц их удельная поверхность сильно возрастает. Заметной реакционной способностью обладают частицы, начиная от 0,005 мм.

Все составные части почвы, принимающие участие в физико-химической поглотительной способности, носят название «поглощающий комплекс» (комплексом они называются потому, что состав их очень сложен—в них входят различные аммо-силикаты и органические вещества гумуса; поглощающим потому, что они обладают поглотительной способностью). Основания—кальций, магний, натрий, переходящие из почвы в раствор, называются «поглощенными основаниями», а сумма этих оснований, находящихся в почве, называется «емкостью поглощения» почвы.

Насыщенность почвы тем или другим основанием должна существенно влиять на физические свойства почвы. Особенно сильно они должны изменяться тогда, когда в почве, содержащей в поглощающем комплексе кальций и магний, последние будут замещены натрием. Это вытекает из того, что механический (гранулометрический) состав всей почвы при этом сильно меняется. Так акад. К. К. Гедройц² был произведен механический анализ из почвы, насыщенной кальцием и магнием, затем в почве поглощенные кальций и магний были заменены натрием и снова был произведен механический анализ. Результаты анализа видны из приводимой таблицы:

Диаметр частиц в мм	0,25—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001
Почва, насыщенная кальцием и магнием	15,2%	26,3%	15,6%	37,9%
Почва, насыщенная натрием	13,0%	19,2%	5,6%	57,2%

Эти данные указывают, что количество глинистых частиц в почве, насыщенной натрием, увеличилось значительно.

Такая разница в механическом составе почвы при насыщении ее разными основаниями, объясняется следующим образом.

Каждая почва представляет собой «дисперсионную систему», состоящую из «дисперсной фазы»—твердых почвенных частиц и «дисперсионной среды»—почвенный раствор. Поглощенные основания в некотором количестве переходят из дисперсной фазы в раствор и дают положительно заряженные ионы, причем в растворе возникают и противоположно заряженные ими ионы, а именно отрицательно заряженные ионы гидроксила (ОН⁻).

Так как тончайшие почвенные частицы, коллоидальные и близкие к ним, являются в главной массе заряженными отрицательно, то положительные ионы для них являются «инстабилизаторами», под их влиянием почвенные частицы свертываются в более крупные агрегаты; отрицательные же ионы, в том числе и гидроксильный ион, поддерживают частицы в раздробленном состоянии, т. е. являются «стабилизаторами»; причем стабилизирующее действие гидроксильного иона сильнее инстабилизирующего действия натрия и других одновалентных оснований и слабее инстабилизирующего действия кальция и других двухвалентных и трехвалентных оснований. Вслед-

¹ Грунтовые лаборатории ЦИАГ.

² К. К. Гедройц. «Учение о поглотительной способности почв».
К. К. Гедройц. «Почвенный поглощающий комплекс».

ствие этого в почве, насыщенной кальцием и магнием, тончайшие частицы под влиянием ионов кальция будут свертываться в более крупные, очень прочные агрегаты, плохо поддающиеся разрушающему действию воды, в почве будет образовываться микроструктура. В почве, насыщенной натрием, такой микроструктуры образоваться не может, все частицы будут существовать отдельно.

Почвы, насыщенные кальцием и магнием, являются широко распространенными в Союзе, к ним относятся все черноземные почвы. К почвам, насыщенным в разной степени натрием, относятся почвы солонцевого типа, натриевые солончаки, смешанные солончаки, которые также занимают большие площади на юго-востоке. Поэтому изучение изменения физических свойств, зависящего от насыщения почвы тем или другим катионом, представляет немалый интерес в дорожном деле, так как дает возможность подойти к выяснению мер, могущих улучшить дорожное полотно, пролегающее в солонцовой зоне.

Для изучения физических свойств в зависимости от состава поглощенных оснований нами был взят обыкновенный чернозем. (б. Тульской губ.) гор. А, с глуб. 10—40 см и глина Пермского периода из под Вятки, с глубиной 4 м.

Во взятых образцах был определен состав поглощенных оснований и емкость поглощения. Результаты сведены в приводимой ниже таблице:

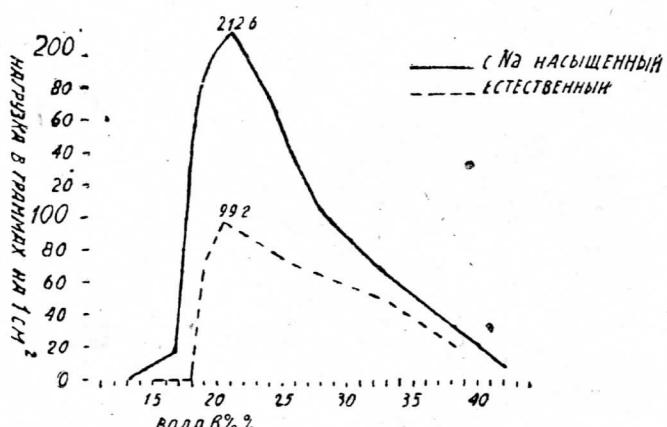
	Процент Са по отношению к весу почвы	Процент Мд по отношению к весу почвы	Емкость поглощен. в Са по отношению к весу почвы
Чернозем	0,52	0,066	0,622
Глина из под Вятки	0,557	0,147	0,704

Как видно из таблицы, оба образца содержали только поглощенный кальций и магний, причем кальций весьма сильно преобладал над магнием. Емкость поглощения глины оказалась больше, чем у чернозема. Отсюда можно думать, что минеральная часть почвы играет главную роль в процессах физико-химической поглотительной способности и что в грунтах, как и в почвах, насыщенность тем или другим основанием будет иметь большое влияние на поведение дорожного полотна.

Взятые образцы изучались в отношении физических свойств в состоянии насыщения их кальцием и магнием, а затем эти основания замещались на натрий промыванием хлористым натрием, избыток которого удалялся с помощью дигидрата.

Механический анализ, произведенный с обеими образцами до замещения их натрием и после дал следующие результаты:

	(в процентах)					
	0,5—0,25 мм	0,25—0,05 мм	0,05—0,01 мм	0,01—0,005 мм	0,005—0,001 мм	< 0,001 мм
Чернозем естественный	—	3,46	51,19	26,66	8,8	7,31
Чернозем, насыщенный натрием	—	2,26	50,03	7,65	2,55	24,74
Глина из под Вятки	3,96	24,65	19,14	24,14	4,57	13,05
Та же глина, насыщенная	4,77	23,80	12,75	10,33	8,24	41,01



Как видно из полученных результатов, количество глинистых частиц (0,005 мм) в обоих случаях возросло очень значительно; причем это увеличение целиком относится за счет частиц 0,001 мм, т. е. частиц наиболее тонких и обладающих глинистыми свойствами в наивысшей степени.

Вместе с изменением механического состава во взятых образцах сильно изменились и некоторые физические свойства — липкость, пластичность, размывание водой, временное сопротивление сжатию.

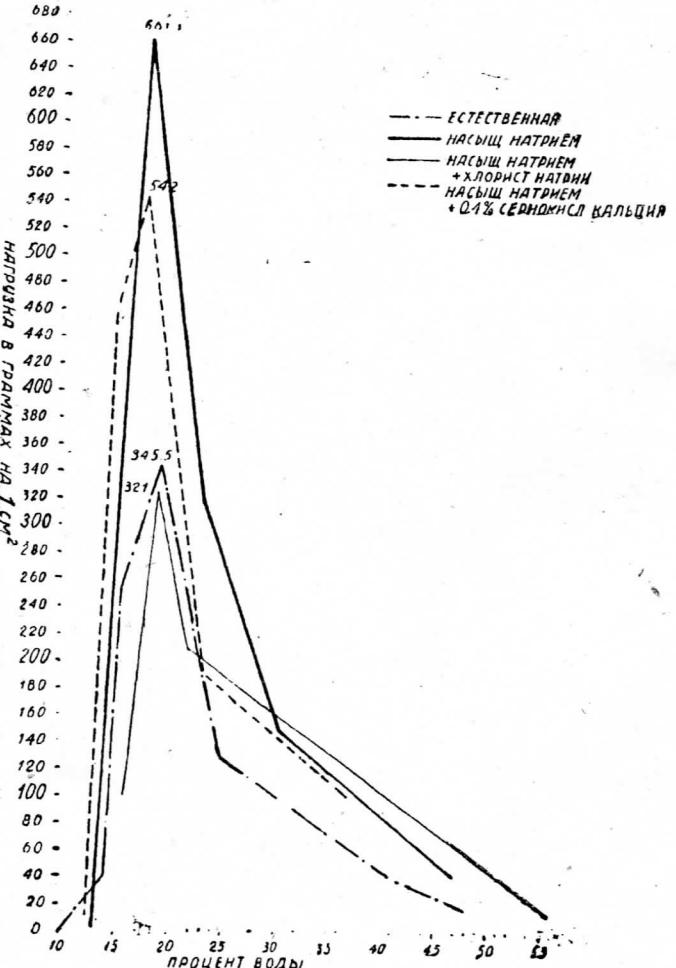
При исследовании липкости чернозема естественного и насыщенного натрием оказалось, что максимальная величина липкости увеличилась у последнего более, чем в два раза, а именно, у естественного она равнялась 99,2 г на 1 см², у насыщенного же натрием она поднялась до 212,6 г на 1 см² (см. диагр.).

Интервал влажностей, при которых липкость более допустима в дорожной одежде (50 г на 1 см²) при насыщении натрием, значительно расширился. В естественном черноземе этот интервал равняется 13% (при содержании в образце воды от 19 до 32%), в черноземе, насыщенном натрием, он равняется почти 19% (при содержании воды в образце от 17 до 36%).

Такое же явление наблюдается и у глины из под Вятки. У естественной глины максимальная липкость равнялась 345 г на 1 см², у глины, насыщенной натрием, она увеличивалась до 661 г на 1 см², и интервал влажности, при котором липкость более 50 г на 1 см², расширился до 33% с 25% у естественной глины.

Не менее существенно изменилась и пластичность как у чернозема, так и у глины из под Вятки. Особенно сильное увеличение пластичности произошло у чернозема, как это видно из приводимой таблицы.

	Граница текучести	Граница раскатывания	Число пластичности
Естественный чернозем	22,53	15,8	6,73
Чернозем, насыщенный натрием	26,97	9,99	16,98
Глина из под Вятки, естественная	28,11	11,93	18,18
Та же глина, насыщенная натрием	30,73	10,18	20,55



Естественный чернозем по классификации Altenberg'a должен быть отнесен ко второму классу глин, тогда как после насыщения натрием он становится по пластичности глиной I класса.

Еще более резко выявилось влияние замещения поглощенных кальция и магния натрием на сопротивление образцов размывающему действию проточной воды. Для размы-

вания цилиндриков, имевших основание в 2 см² и высоту 2 см, струей воды, протекавшей со скоростью 6,5 м в минуту, потребовалось такое время:

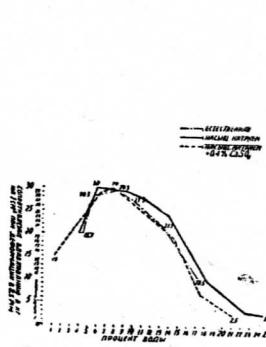
	Время размывания в минутах
Чернозем естественный	16 мин.
Чернозем, насыщенный натрием	57 мин. 30 сек.
Глина из под Вятки естественная	11 мин. 30 сек.
Та же глина насыщенная натрием	30 мин. 12 сек.

т. е. сопротивление размывающему действию воды у образцов, насыщенных натрием, увеличилось в обоих образцах в три раза.

Сказалось далее насыщение образцов натрием и на временном сопротивлении сжатию. Результаты испытаний дали следующие результаты:

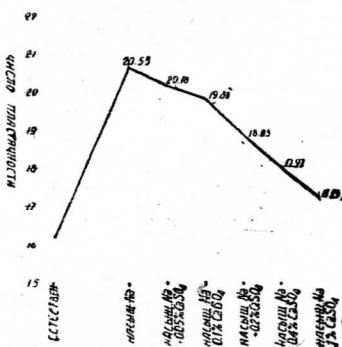
	Сопротивление сжатию в кг на 1 см ²
Естественный чернозем	44,0
Чернозем, насыщенный натрием	65,7
Глина из под Вятки, естественная	135,0
Та же глина, насыщенная натрием	146,0

Все рассмотренные свойства зависят в первую очередь от содержания в грунте глинистых частиц, количество которых при насыщении поглощающего комплекса почвы и

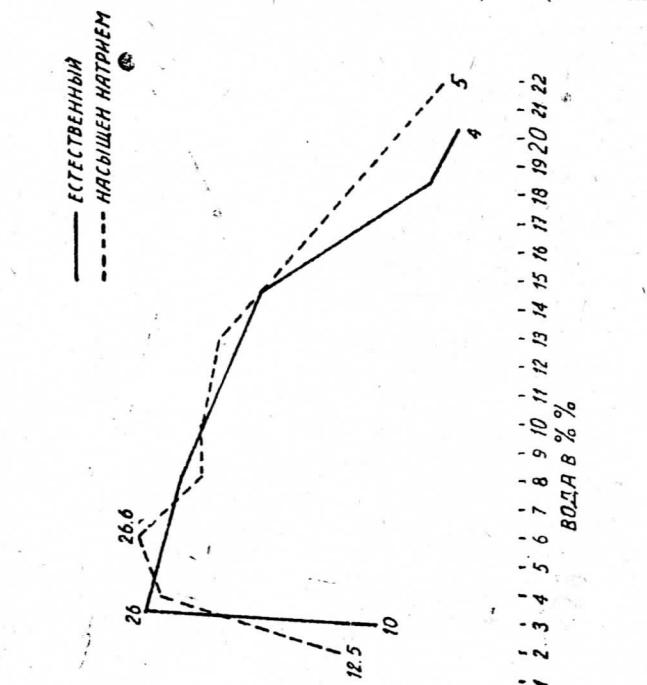


Диагр. 3

грунта натрием значительно увеличивается. Интересным представлялось выяснить, будет ли также изменяться и сопротивление вдавливанию грунта? Это свойство является показателем способности грунта сопротивляться образованию колей, ухабов и другого рода деформаций. На основании прежних работ¹ выяснилось, что сопротивление вдавливанию очень сильно зависит от состава скелета и что увеличение глинистых частиц выше 15,20% (в зависи-



Диагр. 5



Диагр. 4

мости от состава скелета) не увеличивает сопротивления вдавливанию.

Изучение сопротивления вдавливанию чернозема и глины из под Вятки полностью подтвердило это положение. Как видно из диаграммы 3, сопротивление вдавливанию естественного чернозема практически николько не отличается по величинам от сопротивления вдавливанию чернозема, насыщенного натрием.

Та же картина получается и в отношении глины из под Вятки: величины сопротивления вдавливанию в обоих случаях примерно одни и те же как это видно из диаграммы 4.

Как замещение натрием двухвалентных оснований вызывает усиление глинистых свойств грунта и почв, так и обратное замещение кальцием натрия должно уменьшить эти свойства. Наличие в почве солей кальция, даже в том случае, когда значительная часть поглощающего комплекса почвы будет насыщена натрием, должно действовать в этом направлении, если эта соль растворима; присутствие в растворе иона кальция будет уменьшать переход натрия из твердой фазы в раствор и в то же время будет коагулировать тонкие почвенные частицы, создавая в почве микроструктуру.

Начатые в лаборатории опыты подтверждают это предположение. Добавки солей уменьшают пластичность, липкость, а также временное сопротивление сжатию.

Добавление хлористого натрия (4%) к чернозему, насыщенному натрием, уменьшило число пластичности с 16,98 до 6,5, т. е. до той величины, которая была и в естественном черноземе.

То же явление наблюдается при добавках сернокислого кальция к Вятской глине, насыщенной натрием (см. диаграмму 5).

Как видно из диаграммы, с увеличением вносимого в грунт сернокислого кальция, пластичность глины постепенно уменьшается и стремится к той величине, какая получалась в глине, когда она содержала в поглощающем комплексе только кальций и магний.

В том же направлении идет и изменение липкости. Добавка к Вятской глине, насыщенной натрием, 0,4% сернокислого кальция, уменьшила максимальную величину липкости с 661,3 г на 1 см² до 542 г, в то же время несколько сузила и интервал влажностей, при которых она обладает большой липкостью (диагр. 2). Еще больше изменилась липкость, когда к глине было добавлено 4% хлористого натрия: максимальная величина липкости понизилась до 321 г на 1 см² и интервал влажностей, в котором глина обладает липкостью больше 50 г, на 1 см² уменьшился с 34 до 24% (диагр. 2).

Сильно уменьшают прибавки солей сопротивление грунта размывающему действию воды; время размывания цилиндра из Вятской глины, насыщенной натрием, разнялось 30 мин., при добавке же к ней 0,1% сернокислого кальция, оно снизилось до 20 мин., а при добавке 4% хлористого натрия до 7 м. 30 сек., т. е. глина в последнем случае была размыта почти в два раза быстрее, чем естественная.

Далее сказываются прибавки солей на временном сопротивлении сжатию; сопротивление сжатию Вятской глины со 146 кг на 1 см² снизилась до 85,5 кг.

Изменение добавками солей кальция физических свойств почв, насыщенных натрием, к которым относятся все почвы солонцового типа, имеет немаловажное значение в дорожном деле. Улучшение солонцев добавками, в частности добавками песка, не всегда может быть осуществлено с одной стороны потому, что для улучшения потребуется громадное количество песка, так как эти почвы являются очень богатыми коллоидальными и близкими к ним по размерам частицами, с другой стороны потому, что получить равномерную песчано-глинистую смесь из такой почвы и песка—дело очень трудное. Тяжелые глины очень трудно разбиваются на тонкие частицы и при смешении всегда будут получаться большие комья глины, облепленные песчаными частицами. Добавки солей, уменьшая глинистость почв, дадут возможность получить равномерную песчано-глинистую смесь и в то же время значительно уменьшить количество добавляемого песка.

Наиболее целесообразно вносить соли кальция, так как эти соли, коагулируя почвенные частицы, в то же время будут замещать в поглощающем комплексе почвы натрий на кальций, а потому и после вымывания их почва не превратится в первоначальное состояние, в ней останется микроструктура. При внесении солей натрия коагуляция тоже будет иметь место, но когда эти соли будут вымыты, то глинистые свойства почвы восстановятся в полной мере.

¹ В. В. Охотин.—Сопротивление грунтов вдавливанию в зависимости от механического состава. Сб. ЦУМТа 1928.