

К ВОПРОСУ О ДИНАМИКЕ ПРОЦЕССА ЗАГРУЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Н.А. АВЕРЧЕНКО, Р.В. ПУЗИКОВ, Д.Н. ШАБАНОВ

This article presents the analysis and proportioning of the road groundwork base and topping in order to minimize the volume of reconditioning work due to road surfacing with long life period. The existing methods of analyzing of the equivalent characteristics of mechanical features of the soils with non-homogenous granulometric composition.

Ключевые слова: моделирование, основания, покрытие, эксплуатация, жесткость, гранулометрия

ВВЕДЕНИЕ

Традиционно в производстве строительных материалов, изделий и конструкций используют в основном один, параллельно два или три технологических приёма - изменение температуры и давления, действующих на вещество, механическую или химическую диспергацию веществ и катализ. Все эти технологические приёмы используются и в наши дни. В то же время известно, что вещества в тонкомолотом состоянии приобретают необычные свойства: они становятся химически активными, плавятся при более низких температурах, намного улучшаются их технологические свойства. Систематические исследования Бриджмена, начатые в начале 20-х годов прошлого столетия, позволили бесспорно доказать наличие ускорения твердофазных процессов (фазовых переходов, химических реакций и др.) при наложении на твердые тела высоких давлений с деформацией сдвига, что и положило начало широким исследованиям этого эффекта в химии, названным впоследствии механохимическими.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Моделирование основания и покрытия автомобильной дороги исключающих промежуточные ремонты.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для того, чтобы объективно оценить эксплуатационные характеристики бетонных покрытий, нам нужно каким-то образом измерить. Основной элемент полупроводникового тензордатчика – сверхтонкая прямоугольная пленка монокристалла кремния, прикрепленная для удобства обращения к подложке. Аналого-цифровой преобразователь (АЦП) - устройство, преобразующее входной аналоговый сигнал в дискретный код (цифровой сигнал). Обратное преобразование осуществляется при помощи цифро-аналогового преобразователя (ЦАП). Аналоговый сигнал в АЦП преобразуется в последовательность цифровых значений. Следовательно, необходимо определить частоту выборки цифровых значений из аналогового сигнала. Тарировка датчиков осуществляется с помощью тарировочного устройства. Тарировочным устройством подается входной сигнал и проводится измерение величины входного тока, чем определяется зависимость $I=f(e)$. Для тарировки (градуировки) короткообразового датчика кольцевого типа служит пикнометрическая установка представленная на рисунке 1.

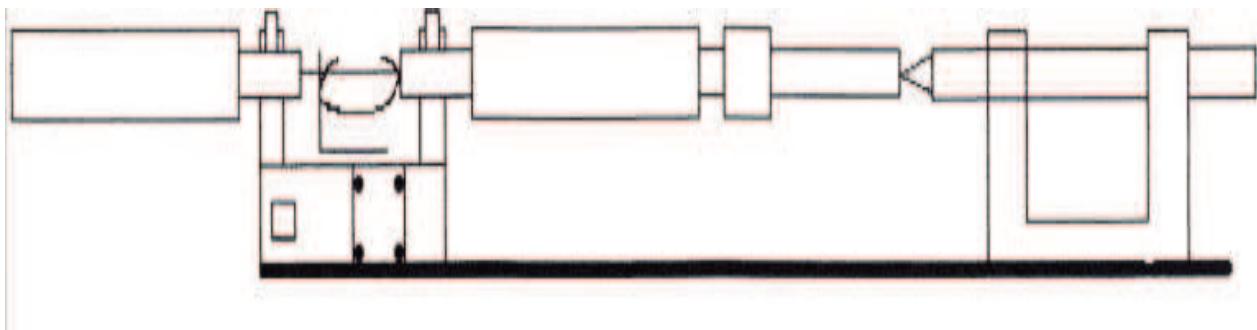


Рис. 1 – Пикнометрическая установка

Кольцевые упругие элементы обоснованы наилучшими технико-метрологическими характеристиками по сравнению с другими формами преобразователей. Тарировочная установка представляет собой металлическую основу с двумя видами тензодатчиков соединенную посредством стержней с пикнометром, обеспечивающим нагружение. Тензодатчики должны работать синхронно при плотном их соприкосновении друг с другом рабочими частями. Данная установка является основой измерительного прибора разработанного Ю.В. Попковым. Прибор, представленный на рисунке 2, получил название – индикаторный 31 тензометрический преобразователь деформаций. Особенностью прибора является: совмещение преимуществ механических и электрических тензометров, что повышает надежность результатов измерений и автоматизацию записи в процессе испытаний железобетонных конструкций.

Простейшим из них может служить прямолинейный отрезок тонкой проволоки, закрепленной с помощью клея на контролируемой детали. При деформации детали одновременно будет деформироваться и наклеенная проволока (тензодатчик). Значит, будут изменяться длина проводника, площадь поперечного сечения и удельное сопротивление материала проводника вследствие изменения структуры материала. Материал проволоки тензодатчика имеет высокую прочность и упругость.

С целью получения оптимальных результатов, *рисунок 3 и 4*, был использован насыщенный 6-и факторный эксперимент по плану Рентшафнера. X1, X2, X3 – сырьевые факторы, X4, X5, X6 – технические факторы. По результатам были получены модели.

Со временем хотелось бы сделать покрытие наших дорог лучше и устойчивее к износу. В нашем университете разработан способ, который может улучшить свойства бетона для дорожных покрытий (увеличить износостойкость) – стеклопластиковая арматура (СПА).

Применение композитной стеклопластиковой арматуры увеличивает срок службы конструкций в 2–3 раза по сравнению с применением металлической арматуры, особенно при воздействии на них агрессивных сред, в том числе содержащих хлористые соли, щелочи и кислоты. Так, арматура может использоваться при различных температурных режимах, от – 70 и до +100 градусов Цельсия. Стеклопластиковая арматура практически не подвержена коррозии и имеет более длительный срок службы. Также, чтобы арматура работала эффективно в дорожном покрытии, её нужно связать в каркас.

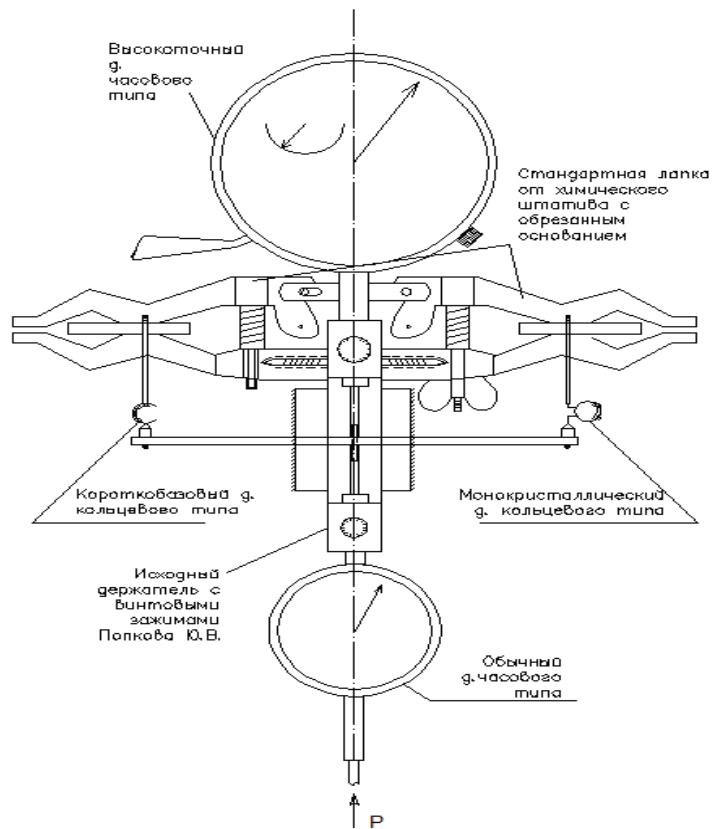


Рис. 2 – Схема измерителя деформаций

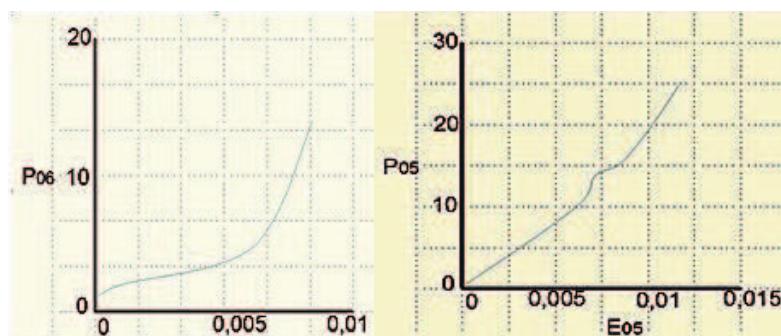


Рис. 3 Графики зависимости деформаций от нагрузки

No.n.	X1	X2	X3	X4	X5	X6	Pavt	Rigz	Qsj
1	15	0	0,25	15	4	0,8	9,3	5,14	15
2	15	50	0,45	25	10	1,2	9,6	4,27	14
3	25	0	0,45	25	10	1,2	20,5	9,14	47
4	25	50	0,25	25	10	1,2	18,8	7,91	40
5	25	50	0,45	15	10	1,2	17,6	6,74	32
6	25	50	0,45	25	4	1,2	20,1	7,61	26
7	25	50	0,45	25	10	0,8	17,7	7,30	30
8	25	50	0,25	15	4	0,8	14,3	7,42	26
9	25	0	0,45	15	4	0,8	14,9	6,80	34
10	25	0	0,25	25	4	0,8	18,8	11,61	42
11	25	0	0,25	15	10	0,8	15,5	8,84	36
12	25	0	0,25	15	4	1,2	13,6	8,35	30
13	15	50	0,45	15	4	0,8	7,7	3,63	9
14	15	50	0,25	25	4	0,8	7,4	3,86	11
15	15	50	0,25	15	10	0,8	5,0	3,09	7
16	15	50	0,25	15	4	1,2	4,8	3,28	6
17	15	0	0,45	25	4	0,8	13,4	6,18	24
18	15	0	0,45	15	10	0,8	10,6	4,91	14
19	15	0	0,45	15	4	1,2	9,5	4,45	12
20	15	0	0,25	25	10	0,8	12,2	4,49	17
21	15	0	0,25	25	4	1,2	10,4	5,36	25
22	15	0	0,25	15	10	1,2	10,0	3,51	16
23	25	25	0,35	20	7	1,0	18,0	8,38	33
24	20	50	0,35	20	7	1,0	11,1	5,45	20
25	20	25	0,45	20	7	1,0	14,2	6,52	24
26	20	25	0,35	25	7	1,0	12,8	6,84	26
27	20	25	0,35	20	10	1,0	14,9	9,02	49
28	20	25	0,35	20	7	1,2	14,4	6,34	26
29	20	25	0,35	20	7	1,0	14,0	6,77	24

Рис. 4 – Результаты механических испытаний

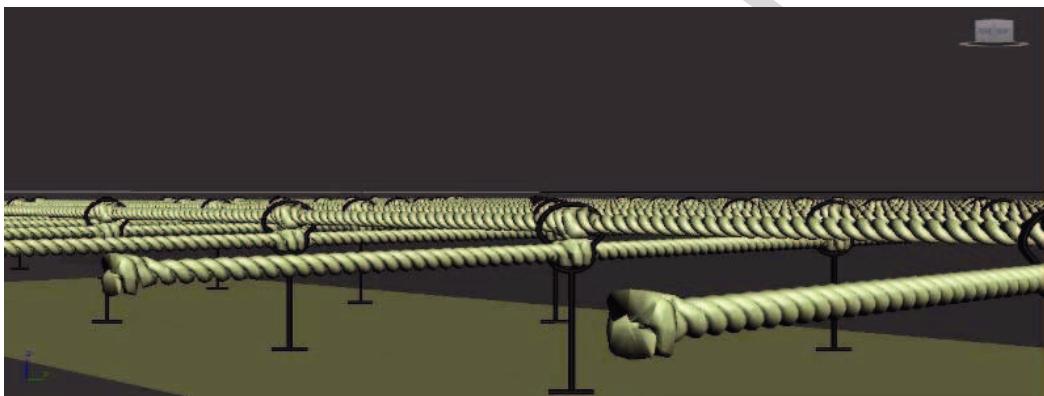


Рис. 5 – Использование стеклопластиковых нагелей для армирования основания автомобильной дороги.

Стеклопластиковые нагели имеют широкий спектр использования. Их можно использовать как анкера в дорожном строительстве, для повышения надежности дорожной одежды. Так же как монтажные петли при изготовлении на заводах панелей, блоков, плит и др. На рисунке 5 показан пример использования СПА в дорожном строительстве.

Полезная модель может быть использована для устройства дорожного основания и продления эксплуатационных характеристик дороги.

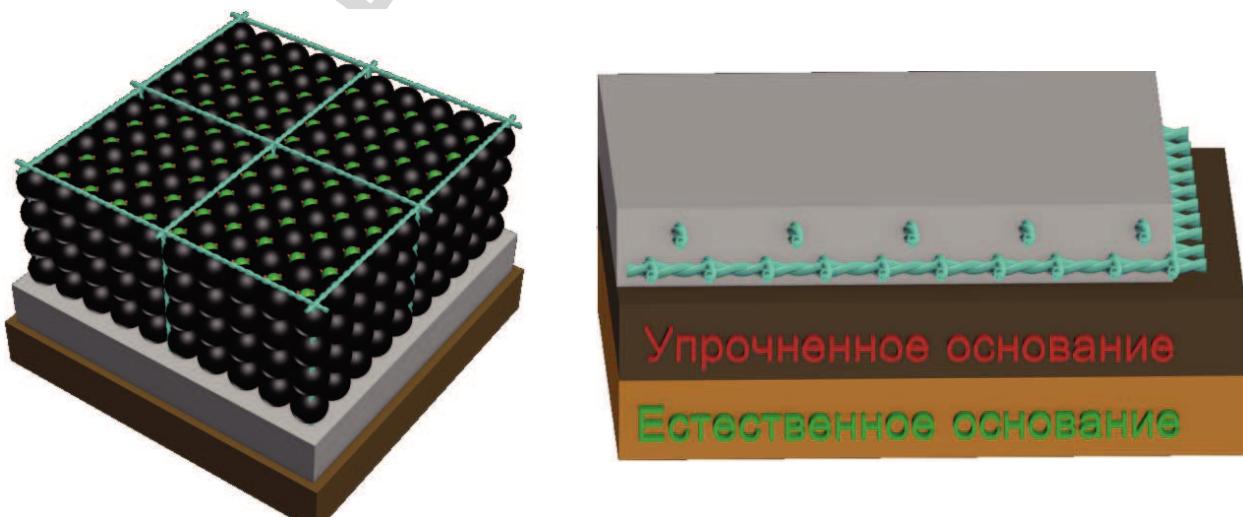


Рис. 6 – 3D модель дорожного основания

Рис. 7 Элемент автомобильной дороги с предварительно напряженными стержнями

Дорожное основание содержит переуплотненный грунт с нанесенным на него уплотненным щебеночным слоем, сверху которого выполнено покрытие. При этом покрытие выполнено из минерального зернистого заполнителя с разными размерами зерен, которое содержит отходы металлургии, такие, как ОФС и шлак. В верхней части покрытия установлена сетка из композитного материала с утолщениями в узлах, в которых закреплены вертикальные анкерные элементы. Пустоты в покрытии заполнены цементным тестом с образованием монолита. Ширина дорожного основания равна ширине дороги.

Использование заявляемой полезной модели, представленной на *рисунке 6*, позволит повысить прочность и долговечность дороги. При последующем моделировании мы получили усовершенствованную дорожную модель, *рисунок 7*, которая содержит в себе естественное основание, упрочненное основание, цементно-бетонное покрытие с использованием каркасной сетки из стеклопластиковой арматуры и отдельно стоящих предварительно напряженных стержней. Это позволяет достичь более высоких прочностных и эксплуатационных характеристик дороги.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для изучения грунтов мы применили математическую модель «смесь-смесь-свойство». На основании полученных результатов мы сделали следующие выводы:

- Механические свойства оснований, сложенных грунтами с неоднородным гранулометрическим составом и строением существенно зависят в первую очередь от процентного содержания элементов неоднородного грунта (включений, пустот, прочих дефектов и заполнителя), соотношения их жесткостей и условий контакта между ними.
- Анализ гранулометрического состава неоднородного грунта позволяет дать количественную оценку его механических свойств, в том числе определить эквивалентные параметры деформируемости и прочности, что подтверждено экспериментальными данными.
- Взаимное расположение частиц разного размера в неоднородном грунте определяет напряженное состояние грунта, в том числе концентрацию и деконцентрацию напряжений.
- Сопротивление сдвигу неоднородного грунта на разных уровнях приближения к предельному состоянию обусловливается различной степенью реализации видов трения (скольжения и качения). С приближением к предельному состоянию все больше реализуется трение качения, что и объясняет проявление пиковской и остаточной прочности.
- В ходе компрессионных испытаний определено, что подбор соотношения диаметров и процентного содержания включений позволяет увеличить модуль деформации смеси.
- Переход от эксперимента к виртуальному моделированию позволяет создавать наглядную структуру смесей и всей конструкции автомобильной дороги в целом.

Для оценки деформационных характеристик мы применили кристаллические датчики при изгибе, и с помощью кольцевых элементов проверили бетон на сжатие. Затем, с помощью АЦП получили результаты и обработали их.

© ВГТУ

ОПТИМИЗАЦИЯ МАРШРУТОВ ПОСТАВОК ПРОМЫШЛЕННЫХ ТОВАРОВ И СЫРЬЯ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Я.А. АЛЕКСЕЕВА, Е.Ю. ВАРДОМАЦКАЯ, В.Л. ШАРСТНЕВ

The analysis of methods for solving the using graph theory in application packages is represented in this article. For possibility of use of computer algebra system this problem was presented in the form of a mathematical model on the graph. Some versions of the solution of the problem by means of various CAS are in detail considered. Indisputable leaders in this area are CAS Maple and CAS Mathematica

Ключевые слова: математические модели, теория графов, транспортные сети, системы компьютерной математики, кратчайший путь, транспортные расходы

В современных условиях развития рыночных отношений всё более актуальным становится всестороннее обеспечение конкурентоспособности как экономики Республики Беларусь в целом, так и отдельных её отраслей. В частности, легкой промышленности – одного из важнейших секторов экономики, который производит большое количество товаров народного потребления. В последние годы в сфере товарного обращения произошли существенные преобразования: в хозяйственной практике стали использоваться новые методы и технологии доставки товаров, базирующиеся на концепции логистики. Важную роль в создании объективных возможностей для развития логистики сыграл технический прогресс. Он позволил на более высоком уровне проводить отслеживание всех процессов товародвижения. Так, постепенно на первый план выдвигается поиск возможностей сокращения про-