

АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ



УДК 625.85

- © В.А. Золотарев, докт. техн. наук, профессор,
- © В.П. Корюк,
- © П.С. Кондратьев (ХНАДУ)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УКАТКИ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНОГО УПЛОТНЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Аннотация. Рассмотрены особенности лабораторного уплотнения асфальтобетонных смесей секторным прессом “НТУ-Дор’якість”. Показано влияние на показатели плотности асфальтобетона линейного давления, количества проходов катка и температуры смеси. Обращено внимание на пути совершенствования секторного прессы.

Ключевые слова: асфальтобетонная смесь, асфальтобетон, плотность, водонасыщение, каток, уплотнение, давление.

Анотація. Розглянуто особливості лабораторного ущільнення асфальтобетонних сумішей секторним пресом “НТУ-Дор’якість”. Показано вплив на показники щільності асфальтобетону лінійного тиску, кількості проходів катка і температури суміші. Звернуто увагу на шляхи вдосконалення секторного преса.

Ключові слова: асфальтобетонна суміш, асфальтобетон, щільність, водонасичення, каток, ущільнення, тиск.

Annotation. The features of the laboratory compaction of asphalt mixes sectoral press “NTU-Dor’yakist”. Shows the effect on the density of the asphalt line pressure, number of passes and the temperature of the mixture. Attention is given to ways of improving the sector press.

Key words: asphalt concrete mix, asphalt concrete, density, water saturation, roller, compaction, pressure.

Уплотнение асфальтобетонных смесей является важнейшим компонентом формирования эксплуатационных свойств асфальтобетона в покрытии: колееустойчивости, водоустойчивости, устойчивости против старения, сопротивления возникновению и развитию усталостных трещин, сцепления с колесом автомобиля.

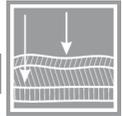
Согласно [1] улучшение уплотнения на 3 %, благодаря повышению усталостной прочности асфальтобетона, позволяет уменьшить толщину покрытия на 15 %.

Производственное уплотнение асфальтобетонных смесей явилось хронологическим продолжением технологии уплотнения грунтов, материалов белого шоссе и смесей полученных смешением на дороге, сначала прицепными деревянными катками, затем металлическими на паровом ходу и, наконец, катками с двигателями внутреннего сгорания. По характеру воздействия на уплотняемый слой в насто-

ящее время выделяют: гладкобарабанные катки статического действия; вибро-пневмокатки; комбинированные катки с управляемыми параметрами.

Главная цель уплотнения заключается в достижении проектной плотности смеси специально запроектированного состава. При этом важнейшим условием является недопустимость изменения состава в процессе производства, т.е. дробления минеральных зерен [2, 3].

Критериями плотности, достигнутой в результате уплотнения асфальтобетонной смеси, являются: средняя плотность, остаточная пористость, водонасыщение. Наиболее распространенным является показатель остаточной пористости асфальтобетона. Средняя плотность не позволяет корректно сравнивать эффективность воздействия разных смесей, используемых в разных лабораториях, из-за ее зависимости от истинной плотности составляющих, а также из-за сложности испытания.



Подбор гранулометрического состава смесей и содержания вяжущего в них осуществляется таким образом, чтобы удовлетворить требования действующих нормативных документов, а контроль обеспечения нормативов по плотности осуществляется лабораторными методами, которые, как правило, не идентичны методам уплотнения, используемым при устройстве покрытий. Получаемые в лаборатории показатели плотности асфальтобетонных смесей существенно отличаются от производственных.

Это обстоятельство является главной причиной поисков оптимальных способов лабораторного уплотнения асфальтобетонных смесей. В их ряду, прежде всего, можно назвать методы: Дюрье [4], заключающийся в прессовании образцов в цилиндрических формах давлением 12 МПа на протяжении 5 минут; Маршалла, предусматривающий трамбование смеси в цилиндрических формах грузом, масса которого зависит от типа проектируемой смеси, вида работ и количества ударов [5]; укатки пневматиком [6] асфальтобетонной плиты, предназначенной для определения колееобразования; вращательный метод [7, 8] уплотнения цилиндрических образцов с одновременным вертикальным воздействием, равным 0,6 МПа; вибропрессование [9] в течение 3 минут цилиндрических образцов с возрастающим до 1,65 МПа вертикальным давлением при частоте 100 Гц и амплитуде 0,88 мм.

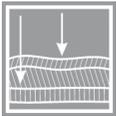
На постсоветском пространстве длительное время применяли метод уплотнения образцов прессованием 30 МПа в течение 3 мин. С введением в ГОСТ 12801-84 [10] многощелебнистых смесей этот метод был изменен. Малощелебнистые смеси рекомендовалось уплотнять давлением 40 МПа, а высокощелебнистые комбинированно последовательным уплотнением сначала вибрированием снизу при частоте 50 Гц и пригрузе 0,03 МПа в течение 3 мин, с последующим прессованием 20 МПа в течение 3 мин. Полное отсутствие специальных вибраторов в дорожных лабораториях привело к тому, что комбинированный метод практически не получил применения. Кроме того, необходимо отметить его неэффективность, поскольку вибрация и давление не были совместными как в методе, разработанном Центральной лабораторией дорог и мостов Франции [9]. Здесь уместно отметить, что впервые вибротрамбование сверху асфальтобетонных смесей проверено и предложено М.П. Зубановым [11]. В 1963 году этот метод был возобновлен в лаборатории ХАДИ путем присоединения к виброплощадке вкладыша, который вводили в форму со смесью, установленную на бетонном основании. Виброплощадка с вкладышем перемещалась по фиксированному направляющему. Водонасыщение уплотненных таким образом образцов было на 30 – 50 % меньше,

чем уплотненных прессованием под давлением 30 МПа. Эта разработка не получила развития, так как в кустарных условиях невозможно было изготовить стабильно действующий вибротрамбователь.

С учетом того, что комбинированное, согласно ГОСТ 12801-84, уплотнение многощелебнистых смесей не нашло распространения в первом, в истории Украины, ДСТУ Б В.2.7-119 было предложено возвратиться к уплотнению таких смесей прессованием под давлением 30 МПа. Данные, приведенные в [8], показывают, что при уплотнении вращательным прессом и пневмоуплотнении асфальтобетонной смеси типа “Б” дробления зерен щебня не наблюдалось; при уплотнении методом Маршалла дробится около 25 %, а при вибропрессовании 10 % зерен щебня. В случае уплотнения прессованием под давлением 30 МПа дробится в случае смеси: с 65 % щебня – 54 %; с 55 % щебня – 40 %; смеси с 35 % щебня – 28 %. Таким образом, производственный опыт и результаты лабораторных испытаний показывают, что методы, основанные на давлении, не решают проблему гомогенного распределения минеральных составляющих по объему образца, приводят к дроблению крупных минеральных зерен, формированию обнаженных поверхностей внутри зерен щебня и не соответствуют условиям уплотнения асфальтобетонных смесей на дороге.

Выход из сложившейся ситуации целесообразно искать, исходя из необходимости максимально возможного подобия лабораторного метода уплотнения производственному. В этом отношении удовлетворительным представляется лабораторное уплотнение укаткой. Первым прототипом такого уплотнения является разработанный в КАДИ секторный пресс для оценки дробимости слоев щебня из горных пород разной прочности [12]. Со временем этот пресс был видоизменен и предложен кафедрой строительных материалов и химии НТУ для уплотнения асфальтобетонных плит, предназначенных для испытаний их на колееобразование [13, 14].

Сущность уплотнения секторным прессом заключается в том, что тележка с формой, содержащей смесь, совершает обрато-поступательные движения, подвергая смесь одновременно силовому воздействию катка – сектора. Это воздействие уплотняет смесь, оно может изменяться ступенями: 80 кг, 120 кг, 160 кг, 200 кг, что при принятой ширине сектора создает линейное давление соответственно 5,0 кгс/см, 7,5 кгс/см, 10,0 кгс/см и 12,5 кгс/см. Линейное давление легкого катка равно 14,0 – 15,0 кгс/см, среднего 20,0 – 22,0 кгс/см, а тяжелого 38,0 – 40,0 кгс/см [15]. Скорость движения сектора составляет 1,7 км/час. Асфальтобетонные плиты, толщиной от 50 мм и сторонами 230 × 160 мм после выдерживания на протяжении суток при температуре



окружающего воздуха распиливают на 9 или 12 образцов размером 50 × 50 × 50 мм. Возможность изменения нагрузки в процессе укатки со скоростью, равной первым проходам дорожной катка, делает лабораторный метод уплотнения на секторном прессе приближенным к производственному уплотнению асфальтобетонного покрытия.

Следует отметить некоторые особенности уплотнения секторным прессом, которые вносят элемент неоднородности плотности по площади плиты. Причиной этого может быть: разница в давлении сектора в центральной части плиты и по ее краям, связанная с возможным непостоянством толщины и начальной плотности слоя уложенного в форму до укатки; резкие изменения движения при смене направления на малом отрезке движения; работа сектора по схеме ведомого вальца, что может сопровождаться образованием деформаций, направление которых меняется за короткий промежуток времени и может быть причиной как неоднородности уплотнения, так и его улучшения за счет сдвиговых усилий. Для уменьшения негативного влияния отмеченных деталей укатки сектором, особенно пристеночных эффектов (зон), края по периметру обрезали на порезном станке. Общий вид плиты и образцов приведен на рис. 1, распределение плотности и водонасыщения образцов на рис. 2.

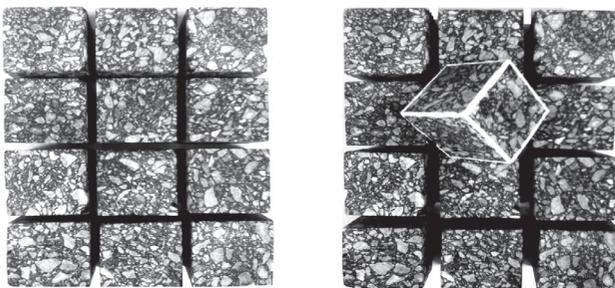


Рис. 1. Образцы – кубы, вырезанные из плиты, полученной на секторном прессе

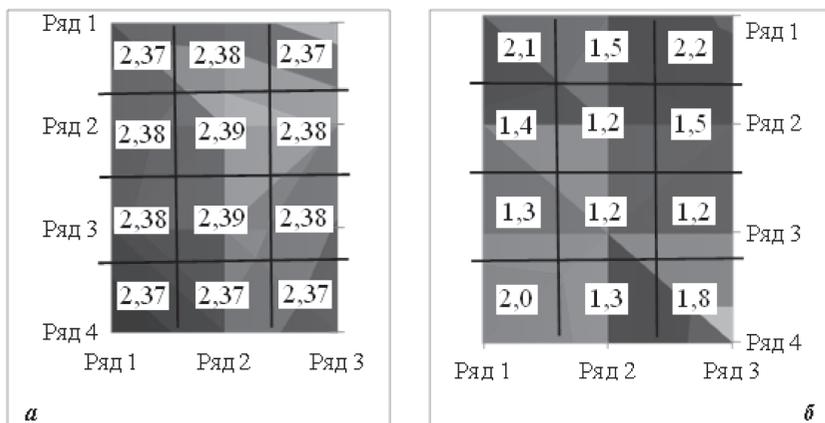


Рис. 2. Распределение показателей плотности (а) и водонасыщения (б) по поверхности плиты

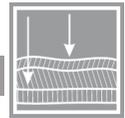
С целью обеспечения стабильности и воспроизводимости результатов испытаний образцы нумеровали всегда в одном порядке, и для каждого испытания, при изучении влияния на уплотнение каких-либо факторов, принимали образцы из фиксированного их месторасположения под одними и теми же номерами.

В качестве критерия уплотнения и влияния на него различных режимов испытания и состава асфальтобетона принято водонасыщение. Это наиболее четко выраженный показатель пористости асфальтобетона, определяемый экспериментально, он чувствителен к структуре асфальтобетона и содержанию в нем вяжущего. Он несет легко воспринимаемую и интерпретируемую информацию, являясь при этом фундаментальной физической характеристикой.

В то же время, средняя плотность под влиянием различных факторов изменяется в пределах близких к допустимым стандартом отклонений – 0,03 г/см³. Например, при изменении содержания битума в асфальтобетоне на 1 % средняя плотность изменяется от 2,318 г/см³ до 2,341 г/см³, то есть на 0,023 г/см³, тогда как водонасыщение изменяется от 4,5 % до 1,5 %, т.е. на 3,0 %.

Принятый метод определения средней плотности взвешиванием на воздухе и в воде может привести к существенным погрешностям при испытании асфальтобетонов разных гранулометрических типов. Допустимая погрешность может быть превышена за счет погрешностей взвешивания и отрыва частиц образца при обращении с ним в процессе проведения испытаний. При изменении содержания щебня в асфальтобетоне с 45 % до 30 % средняя плотность изменяется на 0,017 г/см³, тогда как водонасыщение – на 2,2 %. При уплотнении смеси одного и того же типа давлением 30 МПа и 40 МПа средняя плотность изменяется на 0,071 г/см³, а водонасыщение на 4,0 %. Что касается определения остаточной пористости, то погрешность ее возрастает за счет необходимости определения истинной плотности составляющих асфальтобетона. При этом трудоемкость определения этого показателя гораздо больше, чем определения водонасыщения. Для обеспечения идентичности результатов определения водонасыщения разных составов в разных лабораториях необходимо точное соблюдение глубины вакуума, рекомендуемой стандартом.

Основными факторами, определяющими качество уплотнения асфальтобетонной смеси является масса уплотняющего средства, количество его проходов и температура



Таблиця 1

Гранулометрический состав асфальтобетонной смеси

Размер сит, мм	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,15	0,071	< 0,071
Частные, %	18,6	30,7	9,7	7,8	5,8	5,8	7,6	8,0	6,0
Полные, %	18,6	49,3	59,0	66,8	72,6	78,4	86,0	94,0	100

Таблиця 2

Физико-механические свойства асфальтобетонов в зависимости от параметров уплотнения

Условия испытания	ρ , г/см ³	W, %	$V_{пор}^{зат}$, %	R_{20} , МПа	R_{50} , МПа
12,5 кг/см; 6 проходов	2,30	5,3	5,38	3,52	1,05
12,5 кг/см; 12 проходов	2,34	4,3	4,40	4,27	1,44
12,5 кг/см; 25 проходов	2,40	1,5	1,55	5,29	1,95
12,5 кг/см; 50 проходов	2,41	0,4	0,45	5,08	2,98
12,5 кг/см; 75 проходов	2,42	0,5	0,66	5,59	2,46
10 кг/см; 12 проходов	2,33	4,4	-	3,52	1,12
10 кг/см; 25 проходов	2,40	1,4	1,49	6,48	2,66
10 кг/см; 32 прохода	2,41	0,9	0,94	4,97	2,57
10 кг/см; 50 проходов	2,43	0,2	0,23	4,98	2,18
7,5 кг/см; 25 проходов	2,41	1,0	1,08	6,37	2,44
7,5 кг/см; 50 проходов	2,42	0,6	0,89	6,61	2,77
7,5 кг/см; 100 проходов	2,43	0,3	0,48	6,15	2,43
5 кг/см; 25 проходов	2,36	2,6	3,08	5,08	2,43
5 кг/см; 50 проходов	2,43	0,4	0,52	5,69	2,45
5 кг/см; 100 проходов	2,43	0,3	0,55	5,66	2,12
5 кг/см; 150 проходов	2,42	0,4	0,7	5,84	1,88
Стандартное уплотнение при 30 МПа	2,35	3,7	5,78	5,78	2,03
Стандартное уплотнение при 40 МПа	2,36	2,4	2,96	5,34	2,43

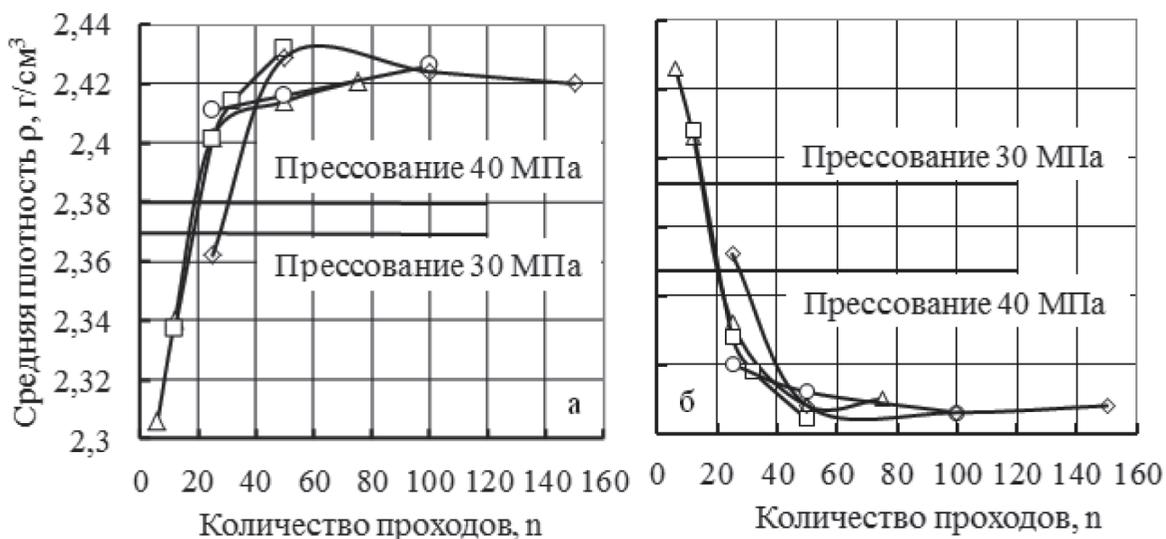
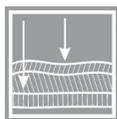


Рис. 3. Зависимость средней плотности (а) и водонасыщения (б) от количества проходов при разном линейном давлении: \diamond – 5 кг/см; \circ – 7,5 кг/см; \square – 10 кг/см; \triangle – 12,5 кг/см



Таблиця 3

Фізико-механические показатели асфальтобетона, уплотненного прессованием и укаткой

<i>T</i> , °C	<i>Вид уплотнения</i>	<i>ρ</i> , г/см ³	<i>W</i> , %	<i>R</i> ₂₀ , МПа	<i>R</i> ₅₀ , МПа
155	30 МПа	2,37	2,50	5,00	1,87
	40 МПа	2,37	2,60	4,59	2,04
	сектор	2,42	1,00	4,70	2,12
145	30 МПа	2,38	2,15	4,96	2,08
	40 МПа	2,38	1,65	5,65	2,29
	сектор	2,41	1,25	4,20	1,95
135	30 МПа	2,38	2,10	4,69	1,61
	40 МПа	2,39	1,70	5,19	2,13
	сектор	2,40	1,70	3,97	1,81
125	30 МПа	2,37	2,30	4,37	1,59
	40 МПа	2,38	2,20	4,62	1,69
	сектор	2,40	2,00	3,78	1,78
115	30 МПа	2,36	2,60	4,95	1,78
	40 МПа	2,38	2,40	5,81	2,03
	сектор	2,38	2,30	3,72	1,59

асфальтобетонной смеси. Опыты по установлению зависимости водонасыщения от нагрузки и количества проходов были выполнены на смеси типа "А" с 49 % щебня (табл. 1) и 6,5 % битума БНД 60/90, приготовленной в смесительной установке АБЗ "ВАТ Стройинвест" (г. Харьков). При изучении роли каждого фактора параллельно с уплотнением укаткой, образцы формовали прессованием при давлении 30 МПа и 40 МПа.

Для установления взаимосвязи между нагрузкой, передаваемой сектором на смесь, и количеством проходов при линейном давлении 5 кг/см задавали 25, 50, 100, 150 проходов; при 7,5 кг/см – 25, 50, 100 проходов; при 10 кг/см – 12, 25, 32, 50 проходов; при 12,5 кг/см – 6, 12, 25, 50, 75 проходов. Результаты испытаний, приведенные в табл. 2 и на рис. 3 показывают, что увеличение нагрузки сокращает необходимое для достижения водонасыщения, равного 2 %, количество проходов с 30 до 21. После стандартного уплотнения давлением 30 МПа водонасыщение асфальтобетона равно 3,7 %, а давлением 40 МПа – 2,4 %, что больше чем в случае уплотнения секторным прессом (рис. 3) при любом из принятых давлений и его 50 проходах.

Средняя плотность, достигаемая после 150 проходов давлением 5 кг/см, равна 2,42 г/см³, а после 25 проходов тем же давлением – 2,36 г/см³, разница составляет 0,06 г/см³, тогда как значение водонасыщения изменилось в разы (соответственно 2,6 % и 0,4 %). То же относится к давлению 10 кг/см при 12 и 32 проходах: средняя плотность изменилась на 0,08 г/см³ а водонасыщение на 3,5 % (4,4 % и 0,9 %).

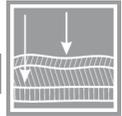
Сравнивая полученные данные с приведенными в [9] для смеси подобного состава (49 % щебня, 7 % зерен меньше 0,08 мм), можно отметить, что полученная уплотнением по Дюрьезу

средняя плотность равна 2,30 г/см³, вибротрамбованием – 2,41 г/см³, а с помощью вращательного пресса после 200 оборотов формы плотность – 2,47 г/см³. Результаты средней плотности по Дюрьезу хуже, чем полученные прессованием при 30 МПа, а результаты уплотнения укаткой секторным прессом близки по плотности к результатам уплотнения вибропрессованием – 2,41 г/см³ и вращательным прессом после 100 оборотов – 2,41 г/см³.

Прочность при 20 °C укатанного асфальтобетона под давлением 5 кг/см ниже, чем уплотненных давлением 40 МПа (5,34 МПа против 5,08 МПа) при достаточно близком водонасыщении и средней плотности, а прочность при 50 °C практически одинакова. В случае же уплотнения под давлением 10 кг/см (12 проходов) прочность асфальтобетона при 20 °C существенно меньше, чем асфальтобетона, уплотненного давлением 30 МПа. В то же время, увеличение количества проходов до 25 приводит к существенному уменьшению водонасыщения и резкому увеличению прочности при сжатии 20 °C и 50 °C.

Зависимости водонасыщения асфальтобетона, уплотненного методом укатки и прессования, охватывают диапазон от 115 °C до 155 °C. Температурный режим уплотнения контролировали электронным пирометром с точностью измерений ± 2 °C. Прессование осуществляли при двух давлениях (30 МПа и 40 МПа), укатку выполняли 50 проходами сектора, создающего давление 7,5 кг/см. Результаты испытаний, приведенные в табл. 3, свидетельствуют, прежде всего, о том, что в принятом диапазоне температур лучшие показатели плотности, водонасыщения и прочности достигнуты при прессовании давлением 40 МПа, чем 30 МПа.

Поэтому целесообразно сравнивать показатели асфальтобетона, укатанного и уплотненного давлением 40 МПа. Хотя при этом остается не учтенной



возможность дробления минеральных зерен с вытекающими из этого последствиями в отношении снижения водоустойчивости асфальтобетона. В рассматриваемом случае коэффициент водоустойчивости является результатом конкуренции плотности бетона и наличия в нем не покрытых битумом и/или вновь образованных при уплотнении поверхностей каменных материалов.

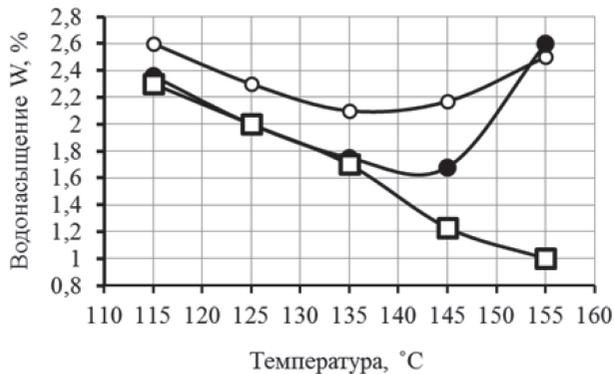


Рис. 4. Залежності водонасичення від температури асфальтобетону ущільненого: тиском 30 МПа – ○; тиском 40 МПа – ●; секторним пресом – □

Температурні залежності водонасичення асфальтобетону (рис. 4), ущільненого тиском 30 МПа і 40 МПа, мають слабо виражений мінімум, що можна пояснити зменшенням клейкої (фіксуєючої) здатності бітума, зворотним удлинением образца при снятии нагрузки возможно, согласно [16], раздвигающей способностью сжатого под давлением в порах воздуха. Это подтверждается опытом, в котором одни образцы выжимались из форм сразу после прекращения уплотнения, а вторые охлаждались до температуры 25 °C в форме под нагрузкой 100 кг. Во втором случае плотность была несколько больше (2,40 г/см³ против 2,37 г/см³), водонасичення образцов, остывавших в формах под нагрузкой, равно 1,4 %, а расформованных после уплотнения – 2,5 %.

Температурна залежність водонасичення асфальтобетону (рис. 4), ущільненого укаткою, при 50 проходах сектора з тиском 7,5 кг/см, розташована нижче двох предыдущих і має чітко спадаючий характер при переході від низких до високим температурам. Это свидетельствует об отсутствии эффектов снижения плотности и повышения водонасичення, наблюдаемых при стандартном пресовании. Следовательно, такие эффекты могут не проявляться и при производственном уплотнении, когда смесь имеет способность “дышать”.

Существенное расхождение между водонасиченням укатанных и пресованных образцов является значительным при температуре 155 °C (до 1,5 %) и почти полностью исчезает при низкой температуре 115 °C (табл. 3).

В этом случае, как и в предыдущем, значения средней плотности образцов, уплотненных

пресованием, в пределах всего температурного диапазона изменялись в пределах 2,37 – 2,39 г/см³, а уплотненных укаткой – в пределах 2,39 – 2,42 г/см³, что находится в пределах допускаемой ДСТУ Б В.2.7 89-99 ошибке.

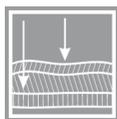
В то же время, водонасичення после пресования изменилось на 1 %, а после укатки на 1,5 %. Это в очередной раз подтверждает целесообразность принятия в качестве приоритетного показателя контроля плотности асфальтобетона его водонасичення. Причем это касается не только лабораторной оценки, но и производственного контроля, осуществляемого по значениям коэффициента уплотнения. Первый компромиссный переход от оценки производственного уплотнения, по соотношению средней плотности образца вырубки (керна) и плотности переформованного образца, к оценке по водонасиченню предложен в ДСТУ Б В.2.7-119-2003 и российском стандарте ГОСТ 12.4.041-78.

Прочность на сжатие при 20 °C образцов, полученных укаткой существенно ниже, чем пресованных образцов. Поскольку это противоречит принципу повышения прочности при уменьшении размера образцов в соответствии масштабным фактором (пресованные образцы-цилиндры диаметром 71 мм и близкой к этому размеру высотой, а полученные распиловкой плиты образцы – кубы размером 50 × 50 × 50 мм) причину, вероятно, следует искать в различии формы образцов и влиянии ее на характер распределения полей напряжений в образцах, условий их контакта поверхностей с плитой прессы и микроструктуры поверхности. В тоже время следует обратить внимание на то, что образцы, изготовленные по одной технологии, имеющие близкую плотность и водонасичення за некоторым исключением имеют близкую прочность при 20 °C и 50 °C независимо от температуры уплотнения. Это позволяет предположить, что в производственных условиях упущения в обеспечении температуры смеси при уплотнении, несколько меньшей нормированной, могут быть компенсированы более интенсивным уплотнением.

В отличие от пресования, когда имеет место дробление зерен щебня [2, 3] при укатке секторным пресом оно отсутствует. Это подтверждается результатами сравнения гранулометрических составов щебеночно-мастичной смеси, приготовленной на АБЗ, до уплотнения и после укатки под давлением 7,5 кг/см и 12,5 кг/см. Смеси были подвергнуты экстрагированию в аппарате Сокслета, их гранулометрические составы в пределах ошибки эксперимента, остались практически неизменными (табл. 4).

Выводы

Метод лабораторного уплотнения асфальтобетонных смесей секторным пресом в значительной степени моделирует их уплотнение в производственных условиях. При этом значение средней плотности и, особенно, водонасичення



Зерновой состав минеральной части щебеночно-мастичной смеси до и после экстрагирования

Частные остатки в % на ситах с размерами отверстий, мм							
10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,071	<0.071
До укатки							
8,9	56,5	8,3	5,6	2,9	3,0	5,7	6,2
После укатки 7,5 кгс/см							
9,7	56,9	6,3	4,5	3,3	3,2	5,2	8,0
После укатки 12,5 кгс/см							
6,3	57,5	8,2	5,4	2,5	3,7	5,2	7,8

асфальтобетона, уплотненного секторным прес-сом, всегда лучше, чем в случае уплотнения прес-сованием по рекомендациям соответствующих стандартов.

Существует качественная аналогия между давлением, оказываемым катком на смесь, и количеством его проходов. Можно ожидать, что один и тот же уровень уплотнения асфальтобетона может быть достигнут при разных сочетаниях этих параметров уплотнения.

В качестве практически доступного и информационно полезного критерия плотности асфальтобетона при контроле качества уплотнения целесообразно использовать водонасыщение, которое гораздо чувствительнее к различным изменениям состава и технологии получения асфальтобетона, чем средняя плотность. Важнейшим достоинством уплотнения секторным прессом является высокий уровень плотности без дробления входящего в асфальтобетон щебня. Поэтому признаку при низких линейных давлениях метод уплотнения секторным прессом подобен вращательному методу уплотнения, принятому в ЕС.

Представленные здесь результаты носят в значительной степени качественный характер. Несмотря на отмеченные здесь достоинства, использованный в работе или другой предполагаемый к широкому производственному внедрению лабораторный укатывающий пресс должен быть усовершенствован в направлении: обеспечения однородности распределения асфальтобетонной смеси в форме; изменения принципиальной схемы движения катка из ведомого в ведущий; обеспечения идентичности уплотнения по всей уплотняемой поверхности особенно, по краям плиты; учета роли сцепления уплотняемой смеси с дном формы.

Устранение этих и других недостатков рассматриваемого метода возможно на основе тесного сотрудничества конструкторов, изготовителей, исследователей и практиков. В результате такого сотрудничества может быть создан отечественный лабораторный уплотняющий стенд, в максимальной степени моделирующей производственную укатку, дающий объективную информацию об

уплотняемости асфальтобетонных смесей на стадии проектирования составов и не уступающий по эффективности лучшим мировым стандартам.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Chausees a longue duree de vie et cas de reussite* // Rapport du Comite Technique 4.3 sur les Chaussees Routieres de l'Association mondiale de route. AIPCR. – 2007. – 42 p.
2. **Костельов М.П.** Зачем уплотнять асфальтобетон выше минимальной нормы? // Дорожная техника. – 2006. – С. 14.
3. **Лобзова К.Я., Горельшев Н.В.** Дробимость щебня при уплотнении асфальтобетонных покрытий // Автомобильные дороги. – 1969. – С. 32.
4. **Duriez M., Arrambide J.** Nouveaux traite de materiaux de constructions. – Paris, 1964. – Dunod. – Т.3 – 1543 p.
5. **Радовский Б.С.** Методы проектирования состава асфальтобетонных смесей в США // Дорожная техника. – 2006. – С. 62 – 71.
6. **EN 12697-33-2004.** Bituminous mixtures. – Test methods for hot mix asphalt. – Part 33: specimen prepared by roller compactor. – 2004.
7. **Moutier F.** Utilisation et possibilites de la presse a cisaillement giratoire // Bitumes et enrobes bitumineux. – LCPC. – Numero special V. – 1977. – P. 173 – 180.
8. **Huber G.A., Corte J-F., Laglois P.** The effect of mix design technology on he rutting characteristics of asphalt pavements: Ninth International Conference on Asphalt Pavements. – Denmark, 2002.
9. **Ngyuen Dac Chi Barbe B., Huet M.** Utilisation de vibrocompression pour le compactage en laboratoire des eprouvettes d'enrobes bitumineux // Bull. Labo. P. et Ch. – 142. – 1986. – P. 119 – 124.
10. **ГОСТ 12801-84.** Смеси асфальтобетонные дорожные и аэродромные, дегтебетонные дорожные, асфальтобетон и дегтебетон. Методы испытаний. – М., 1984. – 33 с.
11. **Зубанов М.П.** Применение вибрационных машин для уплотнения асфальтобетона // Строительство дорог. – 1938. – № 3.
12. **Стефанович О.Е.** Показатели долговечности щебня в несущих слоях жестких дорожных одежд : Автореферат дисс. на стиск. учен. степени канд. техн. наук. – КАДИ, 1967. – 23 с.
13. **СОУ 45.02-00018112-020:2009.** Асфальтобетон дорожний. Метод випробування на стійкість до накопичення залишкових деформацій. – К., 2009. – 13 с.
14. **Мозговой В.В., Онищенко А.Н.** Экспериментальная оценка устойчивости асфальтобетонного покрытия к образованию колеи // Дорожная техника. – 2010. – С. 114 – 128.
15. **Шестаков В.Н.** Оценка теплофизической надежности технологии строительства асфальтобетонных покрытий // Труды СибАДИ. Вып. 2, ч. 1. – Омск: Изд-во СибАДИ. – 1998. – С. 176 – 184.
16. **Печеный Б.Г., Данильян Е.А., Галдина В.Д.** Влияние режимов приготовления асфальтобетонных смесей на свойства асфальтобетонов // Строительные материалы. – 2009. – № 11. – С. 36 – 39.