



РЕАЛЬНОСТЬ УПЛОТНЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОНА В ХОЛОДНУЮ ПОГОДУ

Сезон работы с асфальтобетоном варьируется в зависимости от местоположения. Есть объекты, на которых могут продолжаться работы фактически круглый год, но большинство районов строительства — с очень ограниченным периодом укладки асфальтобетонных смесей.

Для областей с широким строительным сезоном, в том случае если погодные условия для укладки в данный день неидеальны, хорошим решением будет просто подождать один или два дня, чтобы погода восстановилась и улучшилась. Однако для большинства регионов вариант ожидания может быть невыгоден и неосуществим, так как плохая холодная погода может продлиться шесть месяцев и более.

Основная цель любой операции по укладке и устройству дорожного покрытия заключается в достижении

соответствующей степени уплотнения на дороге. Для большинства асфальтобетонных смесей с плотным зерновым составом требование к уплотнению составляет не менее 93% процентов от максимальной плотности (Gmm). Опытные технологи и бригадиры асфальтоукладчиков признают, что те же самые методы, которые приводили к желаемому и необходимому уровню уплотнения при идеальных погодных условиях, не всегда срабатывают при ухудшении этих условий. Мы надеемся дать некоторые рекомендации о том, как наилучшим образом достичь требуемого уплотнения при пониженной температуре окружающего воздуха и плохих погодных условиях.

ОСНОВЫ УПЛОТНЕНИЯ

Полезно понимать и знать некоторые основные параметры, которые влияют на уплотняемость любого асфальто-

бетонного покрытия. Уплотняемость рассматривается как относительное сопротивление смеси усилиям по ее уплотнению. Уплотняемость асфальтобетонной смеси можно определить через «гираторный» коэффициент GR или по более точному анализу кривой уплотнения на гираторе по методикам, описанным в статье [2].

Как правило, асфальтобетонные смеси проектируются (подбираются) для уплотнения в типичных погодных условиях в течение строительного сезона в данном районе. Однако, как показывает практика, укладка асфальтобетонной смеси выполняется раньше или позже строительного сезона. Из-за низких температур подрядчикам сложнее достичь оптимальной плотности на дороге, требуется внимательная оценка и анализ уплотняемости, подбор решения для оптимизации и улучшения технологических свойств.

Эти четыре фактора напрямую влияют на уплотняемость асфальтобетонной смеси:

1. свойства минерального (каменного) материала:
 - текстура поверхности;
 - форма частиц;
 - угловатость зерен;
 - количество дробленых граней;
 - гранулометрический состав.
2. Свойства битумного вяжущего:
 - вязкость битума, марка вяжущего;
 - модификация вяжущего;
 - использование специальных добавок.
3. Свойства асфальтобетонной смеси:
 - температура укладки асфальтобетонной смеси;
 - содержание влаги.
4. Факторы окружающей среды:
 - температура воздуха;
 - температура поверхности основания;
 - ветровые условия;
 - солнечная радиация;
 - толщина слоя.

Что касается укладки асфальтобетона в холодную погоду, подрядчик должен больше всего интересоваться временем, которое у него есть для достижения уплотнения. В холодную погоду при прочих равных условиях слой асфальтобетона будет охлаждаться гораздо быстрее, чем в теплую погоду, что существенно сокращает время на уплотнение.

Температура укладки асфальтобетонной смеси выполняет основную роль в расчете времени, доступного для уплотнения. Повышая температуру выпускаемой смеси к верхнему допустимому пределу, подрядчик будет иметь больше времени для уплотнения слоя. Повышение температуры асфальтобетонной смеси в том числе снижает вязкость вяжущего во время транспортировки к месту укладки. Важно понимать, что для любой применяемой марки битума его вязкость будет меняться по мере охлаждения смеси — вяжущее становится более вязким и жестким. Таким образом, асфальтобетонная смесь становится

менее уплотняемой по мере ее охлаждения.

Существует ряд факторов, которые влияют на время для достижения требуемого уплотнения, к ним относят температуру окружающего воздуха и основания, на которое осуществляется укладка, скорость ветра, толщину асфальтобетонного слоя, атмосферные условия и пр.

Температура окружающего воздуха и поверхности значительно влияет на время, необходимое для уплотнения. При этом температура поверхности является более важной. Термодинамика учит нас, что теплопередача идет от горячей к более холодной массе и что это происходит тем быстрее, чем плотнее масса охлаждающего слоя и чем больше перепады температур этих масс. Таким образом, передача тепла от асфальтобетонной смеси будет происходить быстрее на границе раздела смеси и материала, на который она уложена, чем от смеси к окружающему воздуху. В результате смесь охладится быстрее на более прохладном основании. В некоторых случаях это может приводить к возникновению ряда технологических дефектов — растрескивания перед вальцом катка, излишней пластичности и ползучести асфальтобетона. В материале [3] подробно показаны причины и методы борьбы с подобными технологическими дефектами.

Скорость ветра также является основным фактором, определяющим скорость остывания асфальтобетонного слоя. При высоких ветровых нагрузках охлаждение происходит гораздо быстрее. Даже при положительных температурах окружающего воздуха скорость ветра имеет огромное влияние на скорость остывания горячей асфальтобетонной смеси, начиная от транспортировки и заканчивая укладкой и уплотнением асфальтобетона.

Солнечная радиация является последним фактором окружающей среды, который необходимо учитывать. Если упростить, то солнечное излучение — это количество энергии, которое попадает в место на Земле в любой момент времени. Следовательно, в облачных условиях для уплотнения асфальтобетона будет меньше

времени, чем в том же месте, но при солнечной погоде.

ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВРЕМЕНИ УПЛОТНЕНИЯ

Существует ряд инструментов, доступных для специалистов по укладке дорожного покрытия, для оценки времени, необходимого для уплотнения. Инструменты включают стандартизированные номограммы ГОСТ Р 58831–2020 (приложение А) [4], онлайн-калькуляторы, компьютерное программное обеспечение и приложения для ваших устройств (телефонов, планшетов).

Номограммы позволяют оценить время, необходимое для уплотнения, и их можно найти в различных публикациях. Зная температуру основания и смеси, а также толщину уплотняемого слоя, можно получить оценку времени уплотнения.

Возможно, более полезными являются электронные инструменты для оценки времени, доступного для уплотнения. Например, таким «оценщиком» времени уплотнения является программа PaveCool.

Программа PaveCool был разработана Университетом Миннесоты и доступна на сайте по адресу <http://dot.state.mn.us/app/pavecool/index.html>. На этом сайте вы найдете ссылки для загрузки программы на ваш компьютер под управлением Windows и мобильные устройства Android или iOS. Инструмент-программы позволяет пользователю вводить значительное количество природных и материальных факторов. Входные данные включают в себя температуры асфальтобетонной смеси, поверхности укладки и окружающего воздуха. Ветер, облачность и базовые условия, а также географическая широта проекта вводятся для расчета. Наконец, используется тип смеси и марки вяжущего.

С помощью этого инструмента специалисты по укладке могут быстро запустить несколько сценариев, чтобы увидеть, как изменение условий повлияет на интервалы времени уплотнения. Например, может быть интересно посмотреть, как изменение толщины слоя от двух слоев по 40 мм до одного слоя толщиной 80 мм изме-

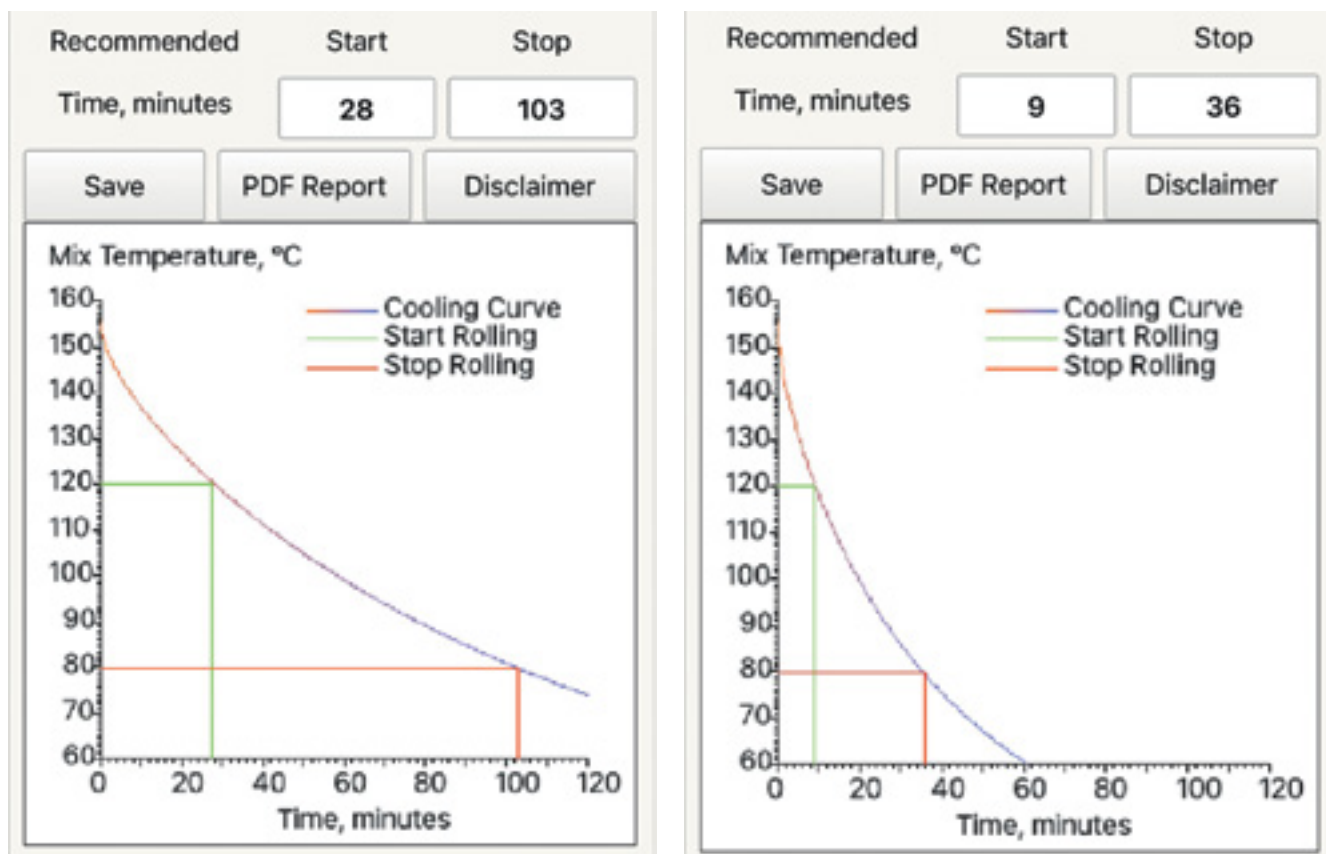


Рис. 1. Температурные кривые расчета времени остывания асфальтобетонной смеси в программе PaveCool (слева для слоя асфальтобетона толщиной 14 см, справа для слоя толщиной 7 см)

няет их соответствующее доступное время для уплотнения. Выполняя эти типы сравнений, легко увидеть, как любой из входных факторов изменяет временной интервал для получения требуемой плотности.

ПРАКТИКА

Итак, что могут сделать подрядчики, чтобы дать себе больше возможностей добиться качественного уплотнения, когда условия становятся холоднее? Вот несколько важных шагов, которые можно предпринять во время укладки в холодную погоду:

1. Убедитесь, что смесь доставляется к месту укладки при максимально допустимых температурах. Поскольку температура подачи смеси, как правило, находится под контролем подрядчика, это самый логичный первый шаг при укладке дорожного покрытия в холодную погоду. Во время производства асфальтобетонная смесь должна выпускаться на верхней границе температурного диапазона,

характерного для данного битумного вяжущего. Рекомендуется использовать изолированные грузовые кузова, которые оборудованы тентами для минимизации потери температуры.

2. Работайте непрерывно, необходимо поддерживать постоянную скорость асфальтоукладчика. Установление и поддержание постоянной цикличности движения грузовых автомобилей от АБЗ к асфальтоукладчику имеют решающее значение для поддержания стабильной температуры слоя. Это также позволит асфальтоукладчику работать непрерывно с постоянной скоростью укладки в течение всей смены. Каждый раз, когда асфальтоукладчик останавливается, смесь будет охлаждаться в этих местах без уплотнения. Такая смесь, очевидно, будет менее уплотняемой при дальнейшем движении асфальтоукладчика и последующей укатке.

3. По возможности увеличивайте толщину слоя. Укладка более толстых слоев по своей сути даст отряду катков больше времени для достижения

требуемой плотности по сравнению с уплотнением тонких слоев. В качестве примера рассчитаем время остывания толстого слоя асфальтобетонной смеси Sp-32 на вяжущем PG 64-28 толщиной 14 см и слоя Sp-22 в два раза меньшей толщины 7 см (рисунок 1). При неблагоприятных погодных условиях для г. Санкт-Петербург с температурой окружающего воздуха 5 °С, температурой поверхности 3 °С, скоростью ветра 36 км/ч и температурой отгрузки асфальтобетонной смеси в асфальтоукладчик 155 °С. Время остывания слоя 14 см составит 103 минуты, чего с большим запасом хватит на качественное уплотнение, при снижении толщины слоя в два раза время окончания уплотнения наступает уже через 36 минут, то есть, при снижении толщины слоя в два раза, время на уплотнение снижается фактически в 2,9 раза. Таким образом, в холодный период лучше работать с толстыми слоями, что будет обеспечивать достаточный запас времени на уплотнение.

4. Отрегулируйте технологию уплотнения, укатки для достижения оптимальной плотности за более короткий период времени. Во время укладки в холодную погоду время, необходимое для уплотнения смеси до того, как она станет слишком холодной и жесткой, значительно сокращается. Следовательно, подрядчики должны увеличить скорость работ, чтобы быстро достичь плотности. Необходимо получение максимальных усилий при укатке в кратчайшие сроки, особенно когда условия становятся все холоднее. Обычно это означает использование самых тяжелых катков в начале укатки, смещение работы отряда катков в горячую зону, работа только средних и тяжелых катков. Запуск двух катков на первой стадии (по горячему) и работа в средней зоне эффективно удваивает усилия, которые прилагаются за определенный промежуток времени.

5. Для немодифицированных битумных вяжущих можно ориентировочно определять температуру окончания укатки при испытании вяжущего на вискозиметре Брукфильда при вязкости 100 Па*с, аналогично определению температур смешивания и уплотнения по ГОСТ Р 58406.2 (приложение В). Первая наиболее эффективная стадия уплотнения, в том числе на которой

используется вибрация, также может быть ориентировочно определена на вискозиметре при вязкости 10 Па*с.

6. Следует рассмотреть возможность использования теплой асфальтобетонной смеси. Применение специальных добавок и получение теплой смеси в холодных условиях может снизить нижнюю границу температуры укатки — температура окончания уплотнения, до которой может проводиться эффективное уплотнение асфальтобетонного слоя. Для большинства асфальтобетонных смесей температура окончания уплотнения составляет около 80 °С. Использование добавок может снизить это значение до 70 °С. Одно — это изменение расширяет время уплотнения и может давать на 30% процентов больше времени для достижения требуемых качественных характеристик уплотнения асфальтобетона.

7. Необходимо ознакомиться и выполнять требования и рекомендации ГОСТ Р 58831–2020 «Дороги автомобильные общего пользования. Покрывания асфальтобетонные. Общие правила устройства при неблагоприятных погодных условиях». Стандарт содержит требования к составу дополнительных мероприятий по организации работ, подготовке производства, приготовлению асфальтобетонных

смесей, выбору применяемых машин и механизмов, включаемых в соответствующие разделы проектов производства работ, технологических регламентов и технологических карт, разрабатываемых при устройстве асфальтобетонных покрытий при неблагоприятных погодных условиях. Это поможет достигнуть требуемой плотности асфальтобетона на дороге.

По мере того, как погодные условия ухудшаются и становятся холоднее, укладка не всегда может остановиться и ждать улучшения условий. Именно тогда достичь нужной плотности при укатке асфальтобетонного слоя становится наиболее трудно.

Проект будет успешным даже в неблагоприятных условиях, если отряду по укладке доставляют смесь при ее максимально допустимой температуре, то есть самосвалы постоянно ездят на завод и постоянно работают на асфальтоукладчике, асфальтоукладчик движется непрерывно весь день с одной и той же скоростью, и асфальтобетонный слой получает максимальные усилия по уплотнению в кратчайшие сроки.

**Материал подготовлен
и адаптирован Колесником Д.А.,
на основе статьи — Dave Johnson, P.E.
05.12.2016 [1]**

ПРИМЕЧАНИЕ:

Ниже приведена ссылка на программу PaveCool с русифицированным помощником; во вкладке Help имеется полное описание программы и как ею пользоваться на русском языке. Скачиваете архив по ссылке ниже, запускаете файл PaveCool.exe (ничего устанавливать не надо, все работает автоматически), нажимаете на знак вопроса или выбираете вкладку Help читаете описание.

<https://drive.google.com/file/d/1iWk85tYrfCFwHFXVv4hxqXsQ6SO9uTNT/view?usp=sharing>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. <http://asphaltmagazine.com/coldweather/>
2. Колесник Д.А., Мантопкин С.А. «Оценка уплотняемости асфальтобетона» // Дорожная держава. — 2019. — № 89.
3. Колесник Д.А., Некрасова О.С. «Возникновение пластичности асфальтобетона в процессе укатки. Что делать, когда асфальт ползет?» // Мир дорог. — 2012. — № 64. — С. 42–45.
4. ГОСТ Р 58831–2020 «Дороги автомобильные общего пользования. Покрывания асфальтобетонные. Общие правила устройства при неблагоприятных погодных условиях».