

ДЛЯ РЕГИОНОВ С ХОЛОДНЫМ КЛИМАТОМ

СТРОИТЕЛЬСТВО И РЕМОНТ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ ПО МЕТОДУ
«ОЧЕНЬ ГОРЯЧЕЕ ПО ТЕПЛОМУ ИЛИ ХОЛОДНОМУ»

Различные способы продления дорожно-строительного сезона для устройства асфальтобетонных покрытий требуют совместного решения конструктивных, материаловедческих и технологических задач.

Конструкторские решения направлены на оптимизацию толщины асфальтобетонных слоев с учетом их объединения в пакеты (склеенные слои) и пласты (соединенные взаимопрониканием различных смесей смежных слоев).

Материаловедческие приемы направлены, как правило, на понижение вязкости и увеличение подвижности асфальтобетонной смеси с помощью разнообразных добавок. К ним относится разрыхленная в последнее время зарубежная низкотемпературная технология, использующая теплые смеси.

Известны технологические приемы повышения сцепления между асфальтобетонными слоями как путем использования специального дорогостоящего зарубежного оборудования для их одновременной укладки (технология «компакт-асфальт», а также для использования подвижных ли-

тых смесей с высокой температурой 200–220°C, не требующих уплотнения.

Разработанная в России высокотемпературная технология, основанная на применении вибролитых легкоуплотняемых смесей с температурой 190–210°C, к настоящему времени успешно прошла апробацию и находится на стадии внедрения.

Эта технология может применяться в условиях низких температур как при новом строительстве нежестких и жестких дорожных одежд, так и при ремонте асфальтобетонных покрытий, в том числе ликвидации колеи.

Применение высокотемпературных подвижных смесей создает благоприятные условия для объединения слоев при минимальном использовании уплотняющих средств.

Литьевая технология сейчас широко и успешно применяется за рубежом и в России на мостах, благодаря высокой плотности и гидроизоляционным свойствам литой смеси. Правда, для ее производства, транспортировки и укладки требуется специализированное дорогостоящее импортное оборудование и высококачественные материалы.

Вибролитьевая технология ориентирована на использование традиционных отечественных исходных материалов и штатного оборудования, позволяет устраивать на дорогах и мостах устойчивые к колее- и трещинообразованию дорожные покрытия с шероховатой поверхностью.

Цель вибролитьевой высокотемпературной технологии – создать единый монолитный пласт покрытия, состоящий из двух разных по структуре и свойствам слоев асфальтобетона с частичной запрессовкой смеси верхнего слоя в сформировавшийся нижний слой (авторские фото 1, 2 и 3).



Фото 1. Керн из асфальтобетонного покрытия, устроенного по высокотемпературной технологии на Батайском проезде в Москве в декабре 2011 года:

– нижний слой – литой асфальтобетон I типа толщиной 50 мм,
– верхний слой – шероховатое тонкослойное покрытие из вибролитого асфальтобетона марки ВЛА-15 толщиной 30 мм



Фото 2. Вид покрытия после трех лет эксплуатации (Москва, Батайский проезд, 2014)

Характеристики	Слой, вид, марка смеси	
	Нижний слой	Верхний слой
	Литая тип I, Вибролитая (В/А-15, 20, 40)	Вибролитая В/А-15
1. Материалы		
Содержание дробленых зерен >5 мм в смеси, % литой вибролитой	35–51 50–65	65–70
Марка вяжущего	ПБВ-40(90)	ПБВ-90, БНД 60/90
2. Приготовление смеси		
Температура смеси, °С литой вибролитой	210–220 215–230	215–230
3. Транспортировка смеси		
литой	кохеры г. п. 24 т	–
вибролитой	тентованные автомобили-самосвалы г. п. 20 т	тентованные автомобили-самосвалы г. п. 20 т
4. Укладка смеси		
Температура смеси, °С		
литой вибролитой	200–220 (215 на ПБВ) 190–210	200–210
Толщина слоя, мм	40–60	25–35
Средства уплотнения смеси		
литой	выглаживающая плита	
вибролитой	трамбуемый и вибробрус, статический каток 7 т	вибробрус, статический каток 12 т
5. Поверхность слоя	гладкая, липкая, теплая (холодная)	шероховатая плотная

Табл. 1. Основные характеристики высокотемпературных технологий

№.	Нормативно-методический документ
1.	ГОСТ Р. 54401-2011 «Асфальтобетон дорожный литой горячий. Технические требования» EN 13108-6-2006(NEQ)
2.	СТО НОСТРОЙ 2.25.39-2011 Устройство асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог. Часть 4. Устройство асфальтобетонных покрытий из литого асфальтобетона
3.	ТУ 5718-002-04000633-2006 «Смеси асфальтобетонные литые и литой асфальтобетон» Технические условия. ГУП «НИИМосстрой»
4.	Руководство по применению литых асфальтобетонных смесей при строительстве и ремонте городских и автомобильных дорог. М.1998. ЗАО «Асфальттехмаш», ЗАО «Сельавтодор»
5.	Технологическая карта на устройство верхнего слоя асфальтобетонного покрытия из вибролитой асфальтобетонной смеси М. 1998 ЗАО «Асфальттехмаш», ЗАО «Сельавтодор»
6.	Технологический регламент ЗАО «Асфальттехмаш» 2010 «Устройство асфальтобетонных покрытий из вибролитого асфальтобетона
7.	СТО НОСТРОЙ 2.25.48-2011. Ремонт асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог. Часть 2. Устройство защитных слоев и слоев износа
8.	ТУ 5718-001-01520948-2012 «Смеси асфальтобетонные дорожные вибролитые «АСВ» и асфальтобетон. Технические условия». МУПП «Гордормостстрой». Киров
9.	Патент РФ № 2369679. «Способ устройства или ремонта дорожного покрытия и способ устройства дорожного покрытия с колеями» ЗАО «Асфальттехмаш»
10.	Патент РФ № 2114953. «Способ устройства дорожного и аэродромного покрытия из вибролитой асфальтобетонной смеси и способ проектирования состава вибролитой асфальтобетонной смеси ЗАО «Асфальттехмаш»
11.	Патент РФ № 2160337. «Способ устройства шероховатого покрытия на основном слое покрытия из вибролитой асфальтобетонной смеси»

Табл. 2. Нормативно-методические документы на высокотемпературные смеси

«Вибролитевая высокотемпературная технология» «Очень горячее по теплоте или холодному» Последовательное устройство нижнего и верхнего слоя	Технология «Компакт-асфальт» «Горячее по горячему» Одновременное устройство нижнего и верхнего слоя
Сходные признаки	
Снижение толщины верхнего дорожного слоя до 2–3 см Шероховатость покрытия, эстетика, высокий коэффициент сцепления Прочное сцепление нижнего и верхнего слоя без использования битумной эмульсии Снижение шума Воздухо- и водонепроницаемость покрытия Устойчивость покрытия к образованию колеи Устройство покрытия при неблагоприятных погодных условиях с гарантией высокой ровности и сцепления между слоями Увеличение срока службы покрытия	
Различия	
Температура воздуха при укладке от 0 до –12°C	Температура воздуха при укладке от 0 до – 5°C
Используется традиционное оборудование	Используется специальное дорогостоящее оборудование
В нижнем и верхнем слое используются плотные смеси	В верхнем и нижнем слоях используются относительно пористые смеси
Температура смеси верхнего слоя 190–210°C	Температура смеси верхнего слоя 160–170°C
Обеспечивается частичное проникание смеси верхнего слоя в толщу нижнего слоя на глубину 3–8 мм и его армирование	Обеспечивается термосклеивание оболочек вяжущего в зоне контакта слоев

Табл. 3. Сравнительная оценка технологий

Основные характеристики высокотемпературных технологий приведены в табл. 1. Требования к литым и вибролитым смесям регламентируют отечественные нормативные документы, указанные в табл. 2.

При новом строительстве пласта высокотемпературные технологии требуют подготовки основания и, прежде всего, ровной поверхности (просвет под 3-метровой рейкой не более 5–7 мм). Далее чистое, сухое основание обрабатывают битумной эмульсией с расходом 0,2–0,3 л/м².

При капитальном ремонте старое покрытие фрезеруют, выравнивают и обрабатывают битумной эмульсией с расходом 0,3–0,4 л/м². Вид эмульсии значения не имеет.

Укладку литой асфальтобетонной смеси в нижний слой с помощью специализированного укладчика желательно производить на всю ширину проезжей части. После укладки смеси поверхность слоя не обрабатывают ни эмульсией, ни черным щебнем.

Для укладки вибролитой асфальтобетонной смеси в нижний слой используют обычный асфальтоукладчик, оснащенный трамбуемыми органами и вибробрусом. В холодную погоду эффективно использовать укладчик, оборудованный модулем типа Spray-Jet, обеспечиваю-

щим равномерное распределение эмульсии по поверхности подготовленного основания и практически одновременную укладку асфальтобетонной смеси.

Укладку вибролитой смеси в нижний слой следует вести гусеничным асфальтоукладчиком без остановок на скорости не более 3 м/мин и уплотнять смесь рабочими органами со следующими параметрами работы:

- число оборотов вала трамбуемого бруса от 1000 до 1400 об/мин при амплитуде колебаний от 4 до 9 мм;
- число оборотов вала вибратора – от 2500 до 3000 об/мин при амплитуде колебаний виброплиты от 0,4 до 1,0 мм.

Для устранения технологических дефектов на нижнем слое покрытия (следов от стыков выглаживающей плиты, отдельных неровностей), а также получения требуемой ровной, гладкой и липкой поверхности выполняют от 5 до 6 проходов по следу гладковальцового катка массой 7 т без вибрации.

В теплое время года длину захватки по устройству нижнего слоя следует назначать равной от 200 до 300 м, а при пониженной температуре воздуха – от 80 до 100 м.

К распределению вибролитой смеси верхнего слоя усиления следует присту-

пать после остывания поверхности нижнего слоя до температуры от 40°C до 60°C, либо работы допускается возобновить в следующую смену и уложить смесь верхнего слоя на холодную поверхность нижнего слоя усиления.

При указанной температуре материал нижнего слоя достаточно прочный и не повреждается колесами автомобилей-самосвалов или гусеницами асфальтоукладчика.

Перед укладкой верхнего слоя покрытия поверхность нижнего слоя из литого или вибролитого асфальтобетона обрабатывать ничем не следует (в случае загрязнения поверхности ее нужно очистить, промыть и просушить).

Верхний слой следует устраивать толщиной от 25 до 35 мм с использованием вибролитой асфальтобетонной смеси марки ВЛА 10, ВЛА 15 с содержанием зерен крупнее 5 мм от 65% до 70%, либо смеси для шероховатого тонкослойного покрытия (ШТП по СТО НОСТРОЙ 2.25.48) с содержанием дробленых зерен крупнее 5 мм от 70% до 80%.

В отличие от смеси нижнего слоя, смесь верхнего слоя должна быть уплотнена и частично впрессована в нижний слой. Эту операцию выполняют с помощью

гладковальцевого 12-тонного катка за 7–9 проходов по следу. Включать каток в работу нужно сразу, как только для него образовался фронт работ.

При температуре воздуха от 0°C до –10°C глубина запрессовки смеси верхнего слоя в сформированный нижний слой составляет примерно 0,3–0,5 см. При этом коэффициент сцепления обеспечивается на уровне 0,50–0,55 с первых дней эксплуатации.

Движение по дороге допускается открывать после остывания покрытия до температуры воздуха.

Согласно московскому опыту, устройство нижнего слоя из вибролитого асфальтобетона на городских дорогах с интенсивным движением желательно производить в ночные часы, с 23:00 до 03:00. С 03:00 до 06:00 часов АБЗ работает на выпуске смеси для верхнего слоя.

Такой режим необходим для того, чтобы укладывать смесь верхнего слоя на еще теплую поверхность нижнего слоя. Если же по каким-либо причинам это сделать не удастся, то работы можно возобновить в следующую смену и уложить смесь на холодную поверхность.

Характерная поверхность нижнего и верхнего слоев показана на фото 4, 5 и 6.

Зарубежная технология «Компакт-Асфальт», предусматривающая одновременную укладку нижнего и верхнего слоев, способом «горячая смесь по горячей», с уплотнением сразу обоих слоев, создает благоприятные условия для их объединения, в том числе при пониженных температурах воздуха.

Сравнительная оценка технологий показана в табл. 3. Из нее видны сходные и отличительные признаки, а также потенциальные возможности высокотемпературной вибролитевой технологии, которая позволяет, в частности:

- повысить несущую способность дорожной одежды за счет глубокого (объемного) проникания асфальтобетонной смеси верхнего слоя в тело нижнего слоя;
- армировать асфальтобетон нижнего слоя дроблеными зернами асфальтобетонной смеси верхнего слоя;



Фото 3. Текстура покрытия, состоящего из литого и вибролитого асфальтобетона после трех лет эксплуатации (Москва, Батайский проезд, 2014)



Фото 4. Устройство нижнего слоя из вибролитой асфальтобетонной смеси марки ВЛА-20 толщиной 50 мм (Москва, 86–87 км МКАД, декабрь 2010. Температура воздуха: –6°C)



Фото 5. Устройство нижнего слоя из вибролитой асфальтобетонной смеси марки ВЛА-20 толщиной 50 мм (Москва, 86–87 км МКАД, декабрь 2010. Температура воздуха: –14°C)



Фото 6. Устройство верхнего слоя из вибролитой смеси ВЛА-15 толщиной 30 мм (Москва, 86–87 км МКАД, декабрь 2010. Температура воздуха: –12°С)

- кольматировать открытые поры и получать водонепроницаемое покрытие;
- повысить устойчивость покрытия к колеобразованию;
- увеличить ровность покрытия и с первых дней эксплуатации обеспечить коэффициент сцепления на уровне 0,50;
- использовать традиционные технологическое оборудование и материалы для приготовления, укладки и уплотнения и снизить энергоёмкость технологических процессов;
- отказаться от подгрунтовки поверхности нижнего слоя битумной эмульсией, снизить толщину верхнего слоя и тем самым снизить затраты на устройство покрытия;
- вести укладку как отдельными полосами, так и на всю ширину проезжей части.
- достичь безупречной службы покрытия в течение 10–12 лет (по результатам опытных работ в Удмуртии, Пермском крае, Кировской области, Москве и других регионах России).

Кроме того, вибролитые высокотемпературные технологии эффективны при проведении двухэтапных ремонтов дорожных покрытий, например при устранении колеи. Первый этап выполняют при пониженных и отрицательных температурах.

До начала работ необходимо провести обследование покрытия и определить причину образования колеи (от износа или пластического деформирования). В случае износа в полосе наката, покрытие фрезеруют на ширину 30–40 см. Если колея образовалась в результате пластического деформирования, то ширину фрезерования принимают в пределах от 60 до 80 см (с учетом зоны выпора), а глубину фрезерования 45–50 мм.

Все поверхности образовавшегося корыта обрабатывают битумной эмульсией. Далее с помощью кохера производят заполнение корыт литой асфальтобетонной смесью и вручную распределяют черный щебень, который сразу же втапливают легким катком.

Второй этап выполняют весной или летом в благоприятную погоду. Для этого фрезой на ширину полосы движения срезают слой покрытия толщиной 20–25 мм и обрабатывают поверхность битумной эмульсией.

Далее, в соответствии с СТО НОСТРОЙ 2.25.48-2011, производят укладку смеси для шероховатого тонкослойного покрытия прерывистого гранулометрического состава с помощью асфальтоукладчика.

При укладке смесь должна иметь температуру не ниже 200°С.

Уплотнение и запрессовка смеси завершают процесс ремонта покрытия, и через два часа по нему открывают движение. Процесс ремонта колеи показан на фото 7 и 8.

Для лучшего понимания эффективности применения высокотемпературной технологии при пониженных температурах воздуха остановимся на особенностях формирования структуры литого, вибролитого и укатываемого асфальтобетона.

Литые и вибролитые смеси, по сравнению с укатываемыми, содержат повышенное количество асфальтового вяжущего, которое адекватно реагирует на увеличение температуры уменьшением вязкости, расширением в объеме и слиянием в единую пространственную матрицу.

В литой смеси матрица вязко-текучая, непрерывная и, сравнительно с другими разновидностями асфальтобетонных смесей, образует самые объемные и структурированные оболочки на поверхности зерен.

В вибролитой смеси матрица вязко-пластичная и также непрерывная, но образует более тонкие и структурированные оболочки.

В укатываемой смеси матрица, как правило, жидкая, слабоструктурированная, и ее хватает только для образования тонкой оболочки на зернах каменных материалов. При повышенном содержании дробленых зерен оболочка отчасти дискретна, и непрерывной становится только в результате интенсивного уплотнения смеси. Именно по этой причине укатываемые смеси быстрее остывают, а при высоких температурах стареют еще на стадии производства.

Формирование структуры литой асфальтобетонной смеси на этапах хранения и транспортирования протекает очень интенсивно в связи с необходимостью ее постоянного перемешивания и обогрева, во избежание расслоения и снижения подвижности. В таких условиях на фоне теплообмена и диффузии происходит некоторое выравнивание состава



Фото 7. Колея, отремонтированная литым асфальтобетоном (справа – готовая полоса движения)

вов адсорбированных и периферийных слоев, увеличение вязкости, адгезии, когезии и упругости оболочек вяжущего. В результате при хранении или в пути литая смесь не только сохраняет, но и приобретает более устойчивую и однородную структуру. Доказательством этого факта служит заметное снижение глубины вдавливания штампа (с 3 до 2,5 мм) после первых 20 минут транспортирования смеси в кохерах.

Формирование структуры вибролитой смеси при транспортировании, напротив, носит замедленный характер.

На стадии устройства покрытия структуры литой и вибролитой смеси формируются также с разной интенсивностью.

Литая смесь благодаря своей текучести при технологической температуре, обладает сравнительно низким реологическим сопротивлением и для выравнивания и перехода в состояние плотного тела нуждается лишь в воздействии распределителя, пассивной выглаживающей плиты и сил гравитации.

Вибролитые смеси менее насыщены асфальтовым вяжущим и при температуре укладки более вязки. Необходи-

мую подвижность они получают за счет тиксотропного разжижения под воздействием шнеков трамбующего и вибробруса асфальтоукладчика. В результате сопротивление вязкопластичной смеси рабочим органам снижается, происходит интенсивное перемещение компонентов смеси, оптимальная упаковка зерен и вытеснение воздуха из пор.

Полное слияние оболочек и увеличение числа контактов на единицу объема с образованием плотной контактной структуры завершается в процессе уплотнения смеси рабочими органами укладчика.

Процессы структурообразования на этапе твердения затрагивают в основном вяжущую часть и зависят от времени остывания смеси, которое тем больше, чем выше плотность, толще слой, больше температура смеси и воздуха.

При остывании смеси самые теплоемкие компоненты – зерна щебня, отдавая тепло, способствуют продолжению процессов структурообразования в оболочках вяжущего, которые уменьшаются в объеме и приобретают свойства упруго-эластичного тела. Происходит усадка вяжущей части твердеющего монолита и фиксация зерен на минимально возможных расстояниях друг от друга. Благодаря высокой начальной температуре смеси, даже при низкой температуре воздуха процесс остывания достаточно продолжителен, что и позволяет релаксировать напряжения от усадки, не вызывая растрескивания слоя.

М.С. Мелик-Багдасаров,

канд. техн. наук, генеральный директор
ЗАО «АСФАЛЬТТЕХМАШ»,

Н.А. Мелик-Багдасарова,

старший научный сотрудник
(МАДИ)



Фото 8. Процесс устройства шероховатого тонкослойного покрытия из высокощебенистой вибролитой смеси ВЛА-15 после устранения колеи. Толщина слоя – 30 мм (автомобильная дорога Болгары – Юго-Камский – Крылово, Пермский край, июль 2006)