

**CAT® PAVING PRODUCTS**

# РУКОВОДСТВО ПО УПЛОТНЕНИЮ АСФАЛЬТА

**CATERPILLAR®**













**CAT®** Машины для дорожного строительства

# РУКОВОДСТВО ПО УПЛОТНЕНИЮ АСФАЛЬТА

**CATERPILLAR®**



Настоящее *руководство по уплотнению асфальта* опубликовано компанией Cat® Paving Products. Были предприняты все усилия для того, чтобы технические характеристики и другая информация в этой публикации соответствовали истине. Информация по эффективности эксплуатации приводится только для справки. В связи с большим числом переменных факторов, характеризующих отдельно взятый объект строительства асфальтового покрытия (включая состав и характеристики смеси, техническое задание, индивидуальные предпочтения владельца оборудования по его применению, эффективность работы операторов оборудования, состояние нижних слоев, высоту над уровнем моря и т. д.), компания Caterpillar Inc. и ее дилеры не могут гарантировать того, что результаты применения машин и технологий будут соответствовать ожиданиям. Поскольку содержащиеся в данной публикации технические характеристики оборудования и другая информация могут изменяться без предварительного уведомления, следует уточнить у местного дилера компании Caterpillar последнюю информацию о продукции и возможные опции. Показанные на иллюстрациях машины могут содержать опционное и/или дополнительное оборудование. CAT, CATERPILLAR, соответствующие логотипы, «желтый цвет Caterpillar», стиль внешнего оформления POWER EDGE, а также использованные в настоящей публикации идентификационные данные корпорации и ее продукции являются товарными знаками компании Caterpillar и не могут использоваться без разрешения.

**Примечание.** Для получения информации о конкретной продукции обязательно обращайтесь к соответствующему руководству по эксплуатации и техническому обслуживанию компании Caterpillar.

QRBQ1583

© 2012 Caterpillar Inc. — Все права охраняются законом.

ISBN: 978-1-939945-04-4



# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Раздел 1:</b>	ОСНОВЫ УПЛОТНЕНИЯ	6
<b>Раздел 2:</b>	СИЛЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ УПЛОТНЕНИЕ	12
<b>Раздел 3:</b>	ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ НА УПЛОТНЕНИЕ	28
<b>Раздел 4:</b>	ТЕХНОЛОГИИ И НОРМАТИВЫ	50
<b>Раздел 5:</b>	СХЕМЫ УКАТКИ	78
<b>Раздел 6:</b>	УПЛОТНЕНИЕ ШВОВ	96
<b>Раздел 7:</b>	ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ УПЛОТНЕНИИ	116
	ГЛОССАРИЙ ТЕРМИНОВ	136





## ВВЕДЕНИЕ

*Руководство по уплотнению асфальта* компании Cat Paving Products является прямым практическим справочным руководством для операторов машин, персонала, осуществляющего контроль за качеством, и инспекторов. В нем описываются основные принципы уплотнения асфальта и содержатся конкретные примеры того, как использовать эти принципы наиболее эффективно.

В этом руководстве под словом «асфальт» подразумевается то, что в некоторых других странах мира может называться «битумным материалом» или «асфальтобетоном». Разновидности составов асфальтобетонных смесей рассматриваются в разделе 3, и их названия основаны на общепринятой терминологии.

Состав асфальта и технологии его производства значительно различаются в различных странах мира. Источники получения заполнителей отличаются друг от друга. Аналогичным образом битумное вяжущее, используемое при производстве асфальта, также значительно различается по своему химическому составу. И наконец, в разных регионах применяются разные типы дорожно-строительного оборудования для укладки асфальта. Поэтому с учетом подобной неоднозначности невозможно разработать конкретные и детально проработанные технологии уплотнения асфальта, применимые во всех ситуациях.

Однако принципы уплотнения асфальта остаются неизменными в любых условиях применения. Операторы оборудования и персонал, контролирующий качество, должны иметь хорошее понимание этих принципов. Они должны знать, как реагировать на многие переменные факторы.







## Раздел 1

# ОСНОВЫ УПЛОТНЕНИЯ

Перед вашей бригадой стоит задача освоить аналитические навыки, позволяющие гарантировать успешное уплотнение асфальта. В первую очередь необходимо освоить основные передовые технологии и осуществить надлежащее планирование.





## [ ЧТО ТАКОЕ УПЛОТНЕНИЕ? ]

Уплотнение асфальта — это механический процесс. После того как асфальт уложен асфальтоукладчиком, при помощи различных методов силового воздействия слой асфальта делается более плотным. Уплотнение служит для уменьшения объема пустот в асфальтовом слое и сближения заполнителей в этом слое между собой. Прочность приобретает асфальтовый слой за счет удаления большей части пустот и формирования контакта каменных материалов друг с другом.

Обычно уплотнение начинают при наиболее высокой возможной температуре. После охлаждения асфальтового слоя ниже определенной температуры увеличение его плотности становится трудным или невозможным. Поэтому, как правило, достижение требуемой плотности возможно только в узком диапазоне условий. Планирование и подготовка играют крайне важную роль в уплотнении асфальта, т. к. позволяют завершить работы в нужные сроки.

Например, плотность асфальтового слоя после уплотнения вибрационной выглаживающей плитой может составить 85% максимальной теоретической плотности. На другом рабочем объекте с применением другого состава смеси и такого же оборудования для укладки асфальта плотность асфальтового слоя может составить всего лишь 78% максимальной теоретической плотности. А при использовании асфальтоукладчика, рабочий орган которого содержит вибрационную выглаживающую

плиту и трамбуемый брус и сообщает больше энергии асфальтовому слою, плотность слоя, укладываемого асфальтоукладчиком, может составить целых 92% максимальной теоретической плотности.

Очевидно, что процесс уплотнения будет протекать по-разному на этих рабочих объектах, несмотря на то, что предписанная конечная плотность будет совпадать. Операторы, персонал, контролирующий качество, и инспекторы проектов должны применять различный подход к планированию работ для каждого проекта. Весьма вероятно, что тип и число уплотняющих машин будут различаться. Схемы укатки также будут различаться.

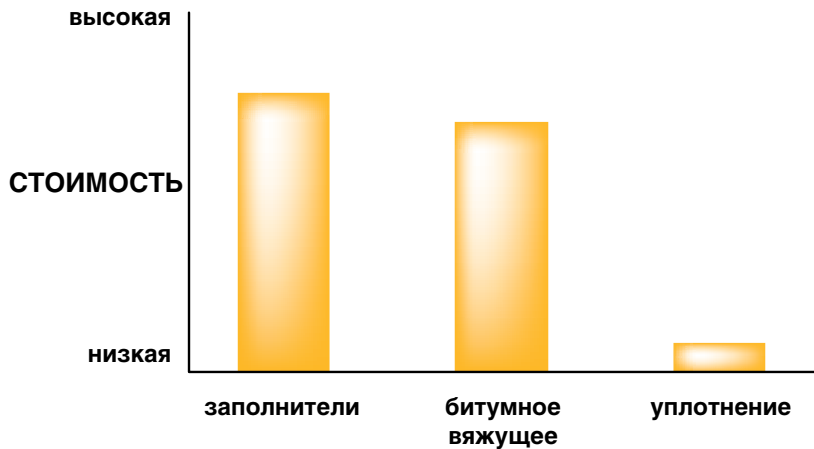
В некоторых местах департаменты общественных работ разрабатывают нормативы, регламентирующие технологию уплотнения. В таких ситуациях бригада, осуществляющая уплотнение, должна соблюдать предписанную технологию.

Однако в других местах департаменты общественных работ предоставляют нормативы, регламентирующие конечный результат. В таких случаях бригада, осуществляющая уплотнение, может выбирать технологию уплотнения на свое усмотрение. По большей части материал в настоящем руководстве основан на предположении, что бригада работает на заданный конечный результат. Типичная спецификация, регламентирующая технологию работ, приведена в разделе 4.



*Уплотнение асфальта начинается рабочим органом асфальтоукладчика и завершается катками, следующими сразу за асфальтоукладчиком. Члены бригады часто контролируют процесс уплотнения.*

## СРАВНЕНИЕ СТОИМОСТИ ОТДЕЛЬНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ АСФАЛЬТОВОГО ПОКРЫТИЯ



Стоимость процесса уплотнения очень мала по сравнению со стоимостью заполнителей и асфальтового вяжущего.

### [ СТОИМОСТЬ УПЛОТНЕНИЯ ]

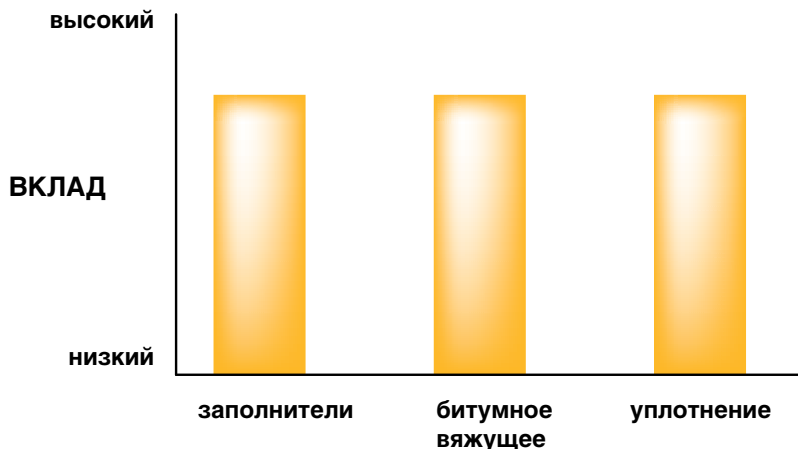
Много лет назад уплотнение асфальта рассматривалось как неизбежное зло и процесс, который на самом деле не улучшает качество дорожной одежды. Во многих случаях считалось, что для работы оператором катка достаточно иметь минимальные профессиональные навыки, и обычно степень подготовки операторов была очень низкой.

В последние годы стоимость качественных заполнителей возросла, а их доступность снизилась. Цена битумного вяжущего возросла еще больше. Поэтому в соотношении расходов на материалы и расходов на ведение работ по уплотнению произошло смещение в направлении увеличения доли, связанной с производством материалов и их укладкой. Стоимость уплотнения на каждую тонну асфальта на самом деле очень незначительна.

Однако без достижения заданной плотности произведенный и уложенный асфальт практически бесполезен. Процессу уплотнения должна отводиться столь же важная роль, как и производству и укладке материала. Операторы катков должны проходить подготовку, повышающую их профессиональное мастерство. Персонал, отвечающий за контроль качества, должен уметь планировать процесс уплотнения и решать проблемы при столкновении с недостаточной плотностью или возникновении неровности поверхностного слоя в процессе уплотнения.



## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ВКЛАД ОТДЕЛЬНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ В УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ



Уплотнение имеет такую же ценность, как материалы, используемые для строительства.

### [ ВКЛАД УПЛОТНЕНИЯ В ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ]

Надлежащим образом уплотненное асфальтовое покрытие вносит вклад в экологичность несколькими способами.

Во-первых, асфальтовое покрытие проектируется в расчете на то, чтобы выдержать интенсивное движение транспортных средств и создаваемую ими нагрузку в течение заданного периода времени. Инженер-разработчик путем расчетов определяет тип материала, толщину слоев и требуемую плотность каждого слоя для обеспечения необходимой общей прочности.

Когда асфальтовые слои имеют стабильно высокую плотность, срок службы дорожной одежды обычно соответствует планируемому или даже превосходит его.

Когда работы по содержанию и текущему ремонту дороги откладываются из-за хорошего состояния покрытия, экономится энергия (снижаются выбросы отработавших газов) и снижаются помехи для движения транспорта

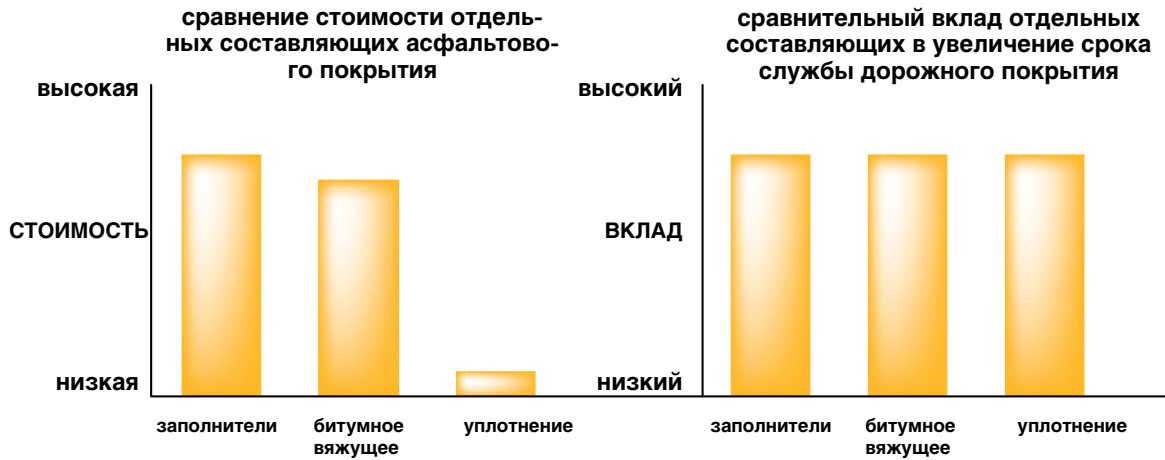
(меньше создаваемых неудобств и выбросов отработавших газов) на протяжении срока службы дороги. Возможно, что на протяжении срока службы дороги будут однократно исключены регламентные работы по содержанию и текущему ремонту.

Во-вторых, высококвалифицированные операторы катков знают, как обеспечивать плотность асфальтового слоя с минимальным влиянием на ровность поверхностного слоя. Кроме того, высокая плотность помогает минимизировать образование дефектов поверхности, таких как колеи и трещины.

Ровная поверхность уменьшает сопротивление качению, и на прохождение транспортным средством определенного расстояния по этой поверхности затрачивается меньше энергии.

Даже если снижение расхода топлива благодаря ровности покрытия составит лишь 1%, суммарный достигнутый результат будет огромен.

## СРАВНЕНИЕ СТОИМОСТИ СОСТАВЛЯЮЩИХ И ИХ ВКЛАДА В УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ



Наглядное сравнение стоимости и вклада в срок службы дорожного покрытия

**Обобщающие выводы.** В условиях, когда от достижения заданной плотности слоев асфальта зависит столь многое, важно, чтобы операторы имели необходимую степень подготовки, персонал, отвечающий за контроль качества, обладал навыками решения возникающих проблем, использовалось передовое в техническом отношении оборудование.

Проблемы или сложности, возникающие при уплотнении, обычно могут быть решены, когда бригада осуществляет надлежащее планирование и применяет основные передовые технологии. Цель настоящего руководства состоит в том, чтобы помочь всему персоналу, участвующему в процессе уплотнения, наработать нужные аналитические навыки и получить хорошее знание передовых технологий.

Раздел 2 начинается с объяснения сил, влияющих на уплотнение асфальта.







## Раздел 2

# СИЛЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ УПЛОТНЕНИЕ

Эффективно работающая бригада понимает взаимосвязь между силами, возникающими при уплотнении, и их воздействием на уплотняемый слой.



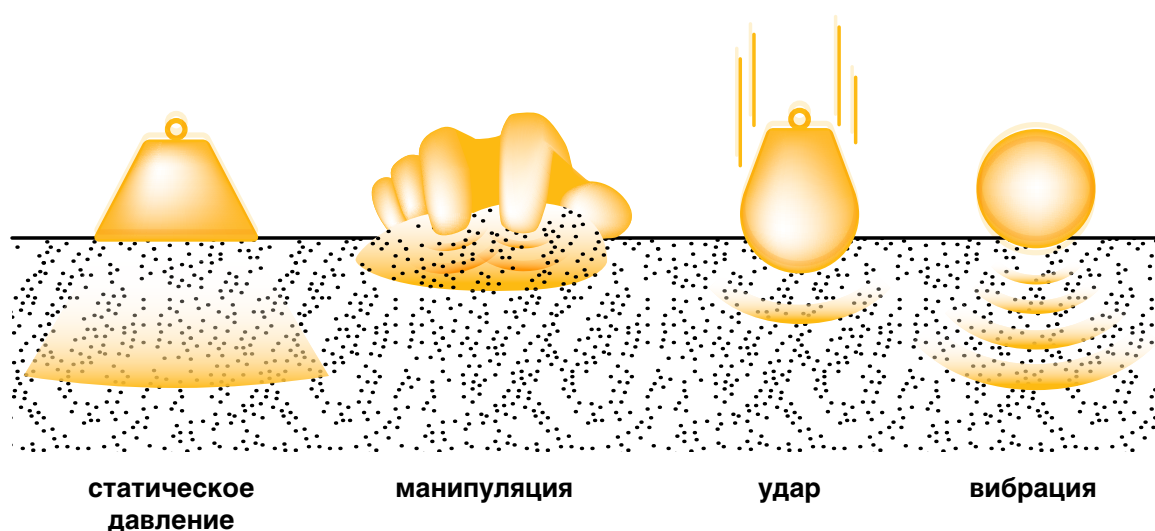
## СИЛЫ

Для устранения пустот и создания опоры в асфальтовых слоях используются четыре силы: статическая нагрузка, манипуляция, удар и вибрация. Операторы машин и персонал, отвечающий за контроль качества, должны понимать, как использовать эти четыре силы для того, чтобы обеспечить требуемую плотность при высокой производительности работ и сохранении ровности асфальтового слоя.

Статическая нагрузка и манипуляция обычно связаны с более слабыми силами и более

легки для понимания. Статическая нагрузка создается жестковальцовыми катками, работающими в статическом режиме, или пневмокотками.

Удары и вибрация являются динамическими силами и обычно оказывают более высокое уплотняющее воздействие. Вибрационные жестковальцовые катки создают ударные и вибрационные воздействия и обычно привлекают к себе наибольшее внимание.



### [ СТАТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ СТАЛЬНОГО ВАЛЬЦА ]

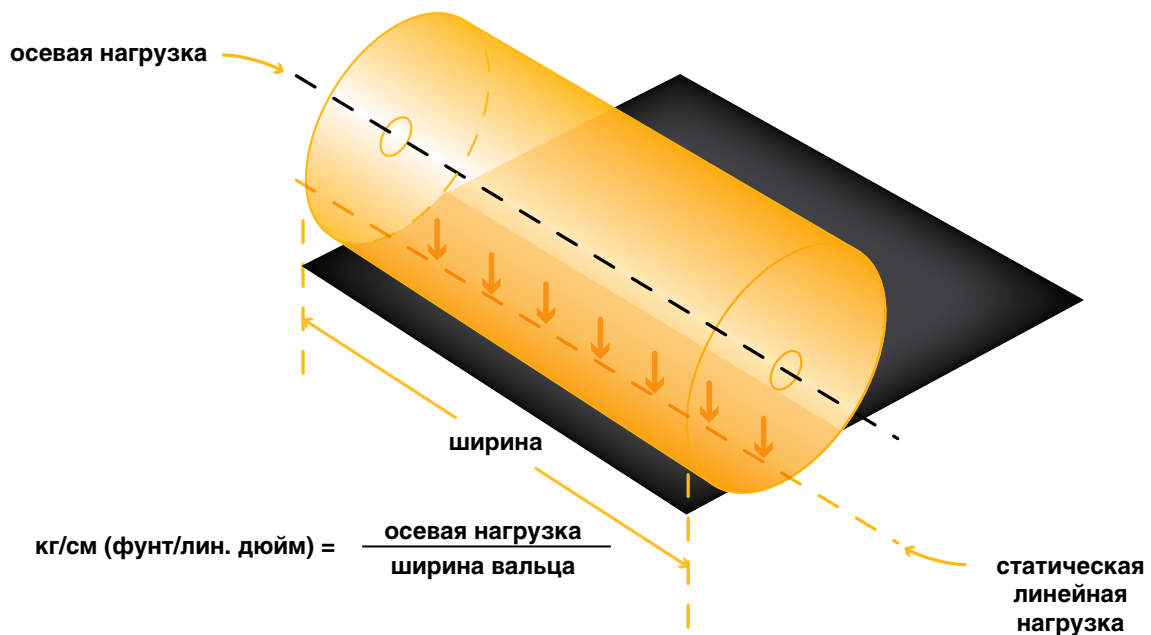
Катки со стальными вальцами, работающие в режиме уплотнения без вибраций, оказывают статическое давление на асфальтовый слой. Величина статического давления зависит от весовой нагрузки, создаваемой вальцом, и площади текущего контакта вальца с уплотняемым слоем. С увеличением весовой нагрузки, создаваемой вальцом, статическое давление повышается. С уменьшением площади контакта давление также повышается. Статическое давление выражается в барах или фунтах/кв. дюйм.

Можно более просто оценить статическое усилие, разделив весовую нагрузку, создаваемую вальцом, на ширину вальца.

Полученный результат выражается в кг/см или фунтах/дюйм. Важно помнить, что машина с наибольшей массой не всегда создает наиболее высокую статическую нагрузку.

В следующей таблице содержатся данные по трем двухвальцовым (типа "танDEM") виброкоткам компании Caterpillar. Наиболее тяжелой машиной является CB64 с шириной вальцов 213 см (84 дюйма). Следующая модель CB54XW весит меньше и оснащена вальцами шириной 200 см (79 дюймов). Ширина вальцов самой легкой машины CB54 составляет 170 см (67 дюймов).

	<b>CB64</b>	<b>CB54XW</b>	<b>CB54</b>
Весовая нагрузка, создаваемая вальцом	6490 кг	5949 кг	5402 кг
Ширина вальца	213 см	200 см	170 см
Статическая линейная нагрузка	31 кг/см	30 кг/см	32 кг/см



Интересно отметить, что самая легкая машина СВ54 имеет наиболее высокую статическую линейную нагрузку. По этой причине вальцы часто делают более узкими.

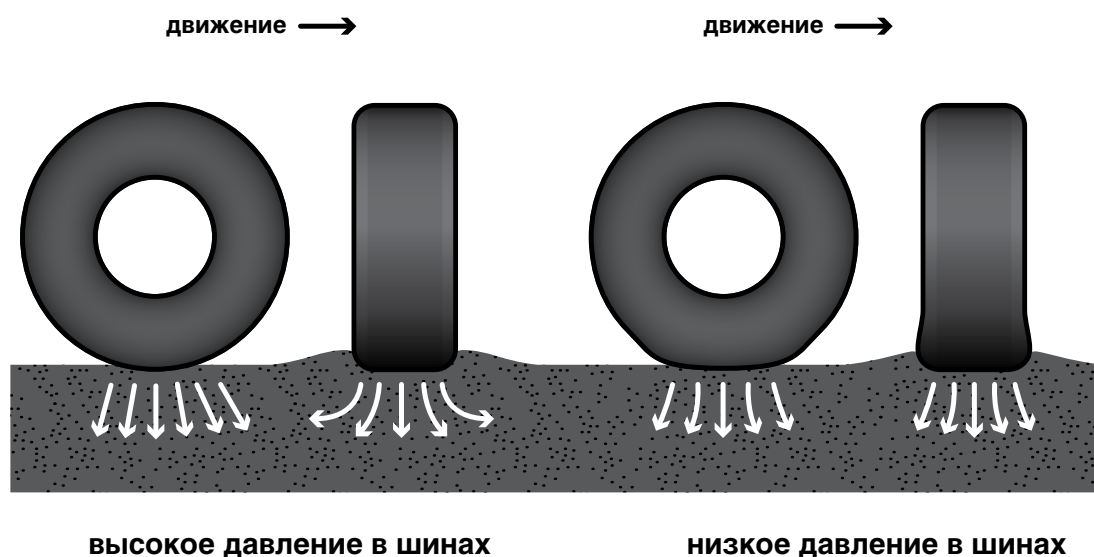
Поэтому, если при работе на объекте вам потребуется каток со сравнительно высоким статическим усилием, вы, возможно, захотите использовать модель с наиболее узкими вальцами из имеющихся при условии ее соответствия требованиям к темпу работ.

Таким образом, подводя итоги, можно сказать, что все имеющиеся в вашем распоряжении вальцовые катки следует классифицировать по статической линейной нагрузке. Это знание поможет вам выбрать правильное оборудование для уплотнения в статическом режиме.

**Практический совет.** Заключительный этап уплотнения обычно осуществляется звеном гладковальцовых катков в статическом режиме. Каток с более узкими вальцами и более высокой линейной нагрузкой будет устранять следы на покрытии, остающиеся в местах остановки вальца, лучше, чем каток с более широкими вальцами и меньшей линейной нагрузкой. Каток с более узкими вальцами и более высокой линейной нагрузкой может даже обеспечить небольшое повышение плотности на заключительном этапе.



## ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ШИНАХ НА СИЛЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ УПЛОТНЕНИИ



### [ СТАТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ ПНЕВМОКАТКА ]

Другим типом катков, создающих статическое усилие, являются пневмокотки или катки на пневматических шинах. Давление на грунт зависит от весовой нагрузки каждого колеса и площади контакта шины с уплотняемым покрытием.

Весовую нагрузку каждого колеса можно изменять путем изменения количества балласта на катке. Увеличение массы повышает нагрузку, приходящуюся на одно колесо, и статическое усилие будет проникать глубже в уплотняемый слой.

Большинство пневмоколесных катков имеет балластные баки, заполняемые водой, влажным песком или другим материалом. Некоторые пневмоколесные катки поставляются с опционными съемными стальными грузами. После доставки пневмокотка на рабочий объект массу его балласта редко изменяют. Обычно изменения величины статического усилия на рабочем объекте добиваются регулировкой давления в шинах.

При снижении давления в шине шина сдувается и площадь контакта увеличивается. В результате статическое давление на уплотняемый слой снижается.

### КАТОК SW34 С МАССОЙ БАЛЛАСТА 2000 КГ И 3000 КГ

Давление в шинах	Опорное давление	
	при массе 2000 кг	при массе 3000 кг
300 кПа (44 фунт/кв. дюйм)	260 кПа (38 фунт/кв. дюйм)	397 кПа (58 фунт/кв. дюйм)
500 кПа (73 фунт/кв. дюйм)	357 кПа (52 фунт/кв. дюйм)	386 кПа (56 фунт/кв. дюйм)
700 кПа (102 фунт/кв. дюйм)	498 кПа (72 фунт/кв. дюйм)	457 кПа (66 фунт/кв. дюйм)
900 кПа (131 фунт/кв. дюйм)	764 кПа (111 фунт/кв. дюйм)	573 кПа (83 фунт/кв. дюйм)



*Оptionная система подкачки шин на ходу упрощает регулирование давления воздуха в шинах.*

При увеличении давления в шинах шина расправляется и площадь контакта с уплотняемым материалом снижается. Уменьшение площади контакта приводит к увеличению статического усилия, приложенного к уплотняемому материалу.

При увеличении давления в шинах следует помнить о двух вещах. Во-первых, при повышенном статическом усилии на поверхности уплотняемого материала остаются более глубокие вмятины. Устранение этих глубоких вмятин на заключительном этапе уплотнения может оказаться затруднительным.

**Практический совет.** При проверке и регулировке давления в шинах следите за тем, чтобы давление во всех шинах было одинаковым. Если давление в шинах будет разным, плотность уплотняемого слоя также будет разной. Кроме того, вы можете заметить, что горячий асфальт особенно сильно налипает на ту шину (или шины), которая не докачана. Техническое обслуживание и контроль шин крайне важны на пневмоколесных катках.

**Практический совет.** На статическое усилие, создаваемое жестковальцовым или пневмоколесным катком, влияет рабочая скорость машины. Чем выше рабочая скорость, тем ниже плотность. Поэтому, если требуется, чтобы каток, осуществляющий статическое уплотнение, обеспечивал более высокую плотность, первое, что следует сделать, - это снизить рабочую скорость. Вы также можете увеличить число проходов, но снижение рабочей скорости должно стоять первым в списке предпринимаемых действий.

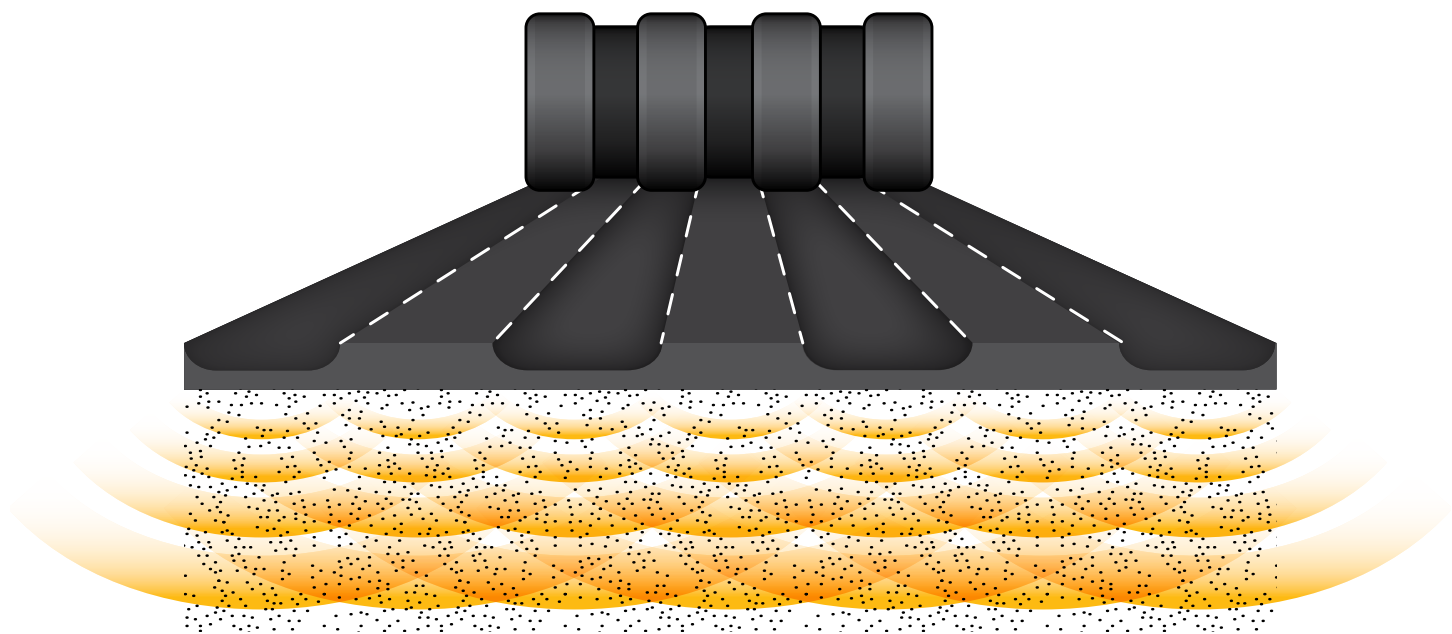
## [ МАНИПУЛЯЦИЯ ]

Манипуляция, которая также является статическим усилием, возникает, когда не все силы, воздействующие на уплотняемый материал, вертикальны. Вместо этого линии действия сил расходятся во многих направлениях. Преимуществом манипуляции является то, что такие силы изменяют поверхностную текстуру, делая ее более плотной. Манипуляция имеет отношение к пневмоколесным каткам и вибрационным каткам.

Колеса, установленные на осях пневмоколесных катков в шахматном порядке с перекрытием, воздействуют на уплотняемый материал под и между колесами, лишая его возможности бокового расширения. Линии действия сил направлены не только вертикально, но и вбок.

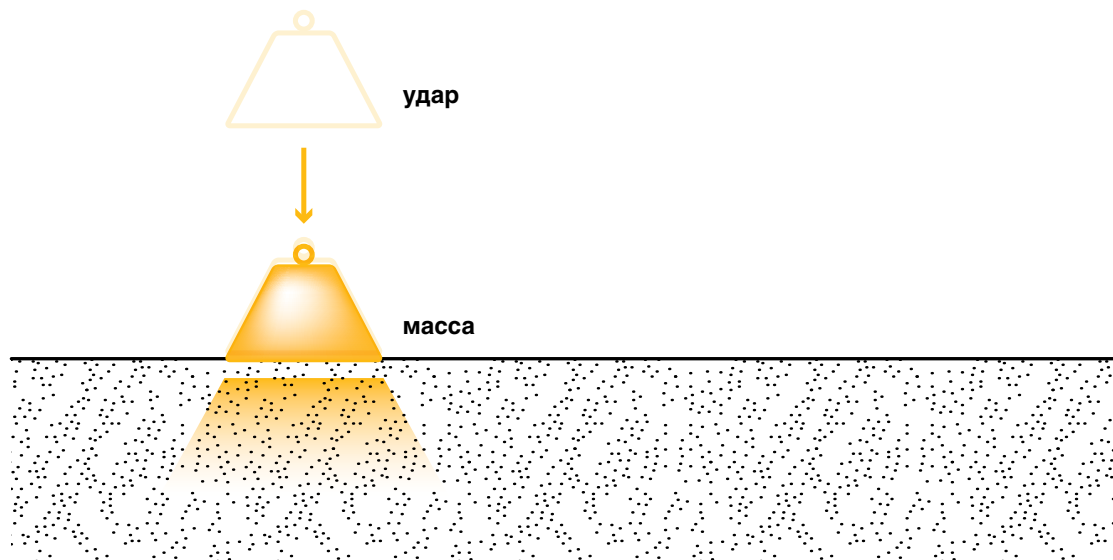
Вертикальные силы сдвигают вниз крупные заполнители для повышения плотности, а силы, направленные вбок, создают более плотную поверхность, которая предотвращает проникновение влаги в покрытие.

Некоторые катки оснащены вибрационными вальцами. Вибрационные вальцы создают тангенциальные или направленные вперед и назад линии действия сил, расположенные преимущественно на поверхности уплотняемого слоя. Силы, возникающие при уплотнении виброкатками, дают такие же преимущества, как и манипуляция. Они делают поверхность уплотняемого материала более плотной и герметичной.



*Колеса, следы которых перекрываются, создают зоны перекрытия контактного давления, приводящие к возникновению манипуляционных сил.*





### [ УДАР ]

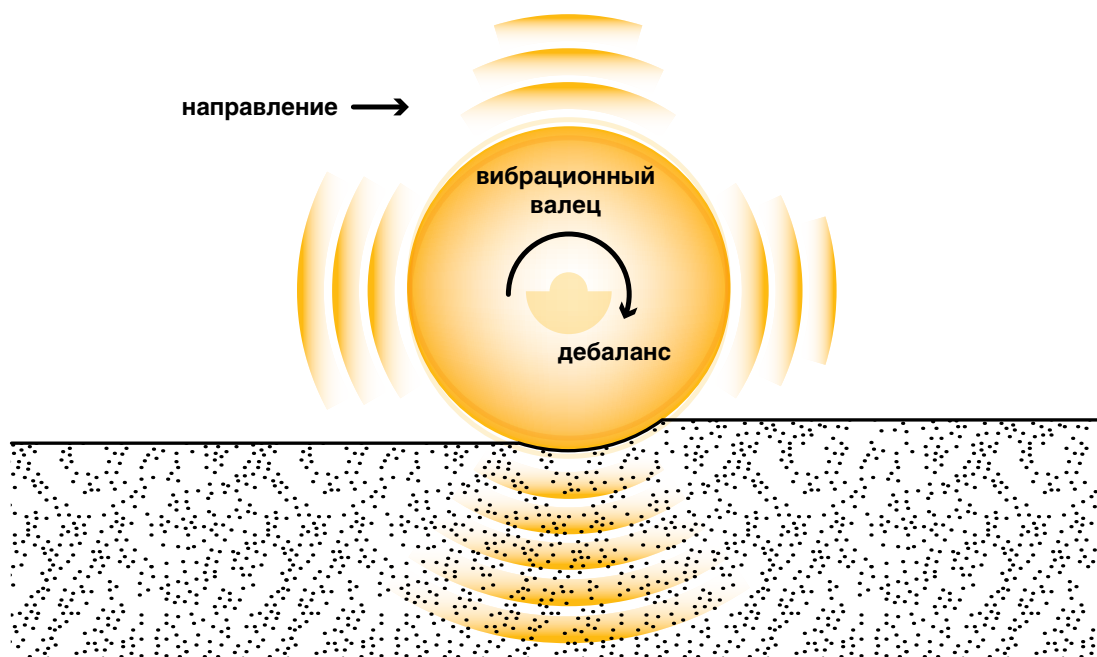
Удар, являющийся следующим видом уплотняющего воздействия, является динамической нагрузкой и оказывает на уплотняемый материал усилие, большее, чем статическое усилие от груза такого же веса. Ранее уже указывалось, что частное от деления весовой нагрузки, создаваемой вальцом, на ширину вальца представляет собой статическую линейную нагрузку.

В случае вибрационных катков со стальными вальцами валец действительно внедряется в уплотняемый материал. Статическое усилие увеличивается за счет движения вальца или удара вальца. Удар создает больше энергии. Энергия удара имеет наиболее высокое значение на поверхности уплотняемого слоя и снижается по мере углубления в уплотняемый слой.

Ударные силы повышают плотность уплотняемого слоя быстрее, чем статические силы. Преимуществом вибрационных вальцовых катков является их более высокая производительность.

Использование ударной силы сопряжено с риском повреждения заполнителей в уплотняемом слое под действием слишком высокой энергии. Использование слишком высокой ударной силы может привести к переуплотнению; приложение слишком большой силы может в действительности снизить плотность уплотняемого слоя. Для эффективного уплотнения необходим баланс между ударными силами и другими характеристиками машины, такими как масса, рабочая скорость и частота вибраций.

## ВИБРАЦИЯ



### [ ВИБРАЦИЯ ]

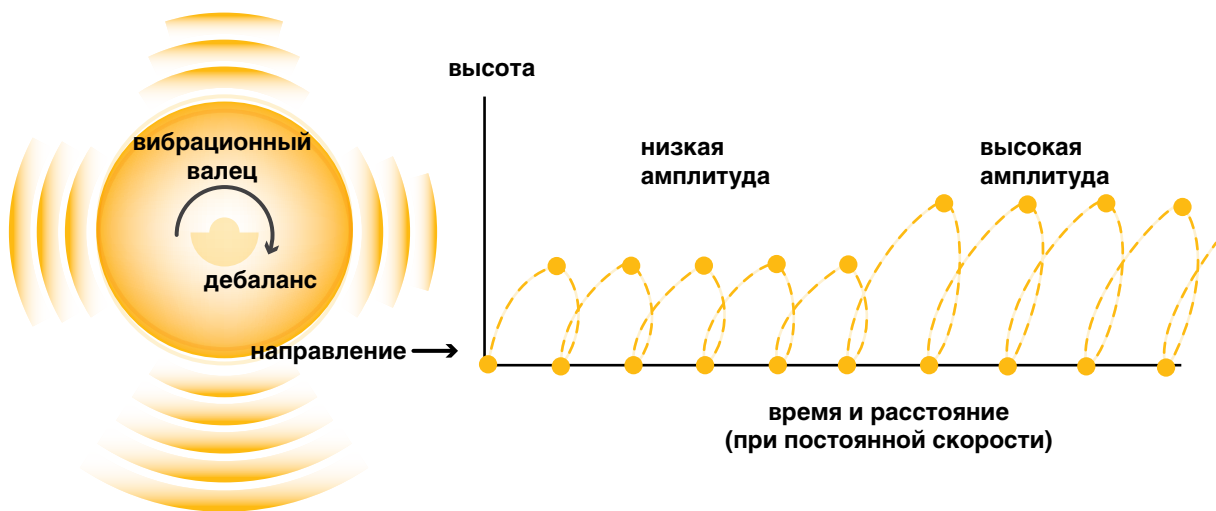
Усилие вибрации является наиболее сложным из четырех сил, вызывающих уплотнение. Вибрационные силы повышают энергию, получаемую за счет веса и ударного воздействия.

Внутри вальца имеется вал вибровозбудителя. В центре вала вибровозбудителя установлен дебаланс. При включении системы вибровозбуждения вал вибровозбудителя начинает быстро вращаться. Вращение вала с дебалансом приводит валец в

движение, заставляя его вибрировать во всех направлениях. Вибрация порождает серию волн давления в уплотняемом слое. Вибрационные волны давления приводят заполнители в уплотняемом материале в движение. Движение заполнителей способствует переориентации крупных заполнителей, в результате которой уменьшение пустот между заполнителями под действием ударных сил облегчается, приводя к фиксации заполнителей в положении контакта.

**Практический совет.** Как правило, следует выбирать наиболее высокую амплитуду, при которой уплотняемый слой не вызывает отскока вальца и не остаются следы от ударов. Помните, что выбор амплитуды оказывает наибольшее влияние на набор плотности и, следовательно, на производительность катка.

## АМПЛИТУДА



## [ УДАРНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ АМПЛИТУДОЙ ]

Вы уже знаете, что вальцы виброкатка быстро перемещаются вверх и вниз для создания ударных и вибрационных воздействий. Ударное усилие, вызываемое вальцом, внедряющимся в уплотняемый материал, оценивается параметром, известным как амплитуда.

Амплитуда - это расстояние, на которое валец погружается в уплотняемый материал. Амплитуда является наиболее значительным фактором с точки зрения эффективности уплотнения.

Большинство виброкатков допускает различные установки значения амплитуды. При изменении амплитуды оператором конфигурация дебаланса внутри вальца

изменяется. Когда дебалансная масса смещена от центра дальше всего, амплитуда наиболее высока и ударное усилие увеличивается. Когда дебалансная масса находится ближе к центру, амплитуда уменьшается и ударное усилие также становится меньше.

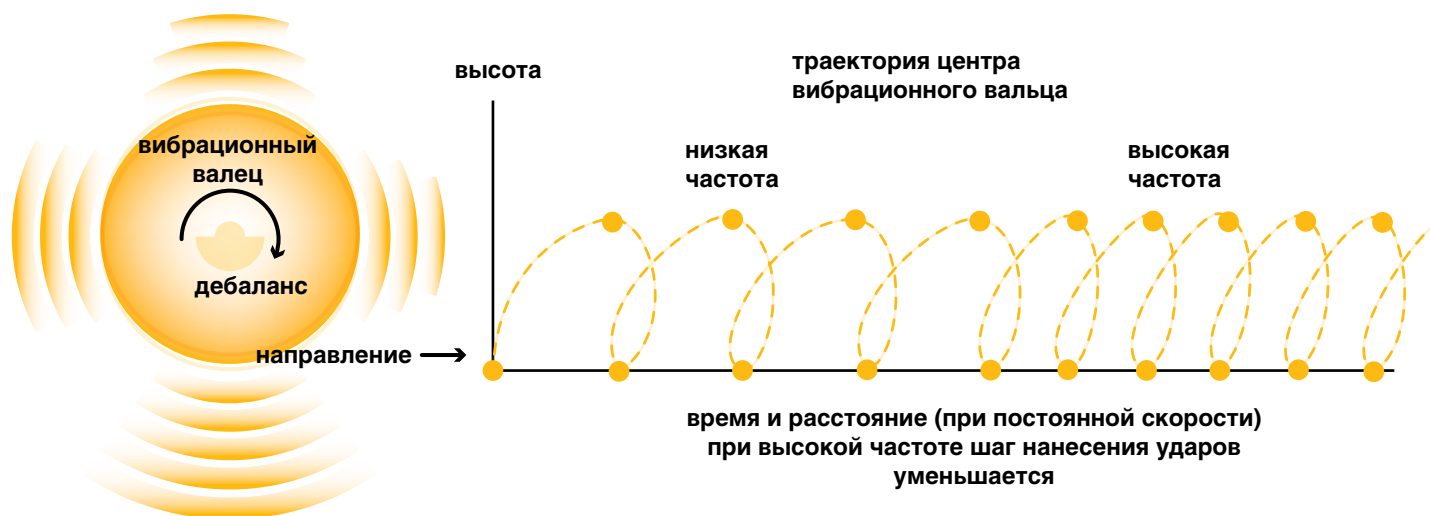
Весь персонал, принимающий участие в процессе уплотнения, должен знать, какие амплитудные возможности имеет каждый каток на рабочем объекте. Люди должны уметь составлять контрольные перечни, помогающие им выбрать правильную амплитуду, если потребуется.

В целом имеется три амплитудных диапазона: низкий, средний и высокий.

<b>Низкий амплитудный диапазон</b>	0,2-0,5 мм (0,01-0,02 дюйма)
<b>Средний амплитудный диапазон</b>	0,5-0,8 мм (0,02-0,03 дюйма)
<b>Высокий амплитудный диапазон</b>	более 0,8 мм (0,03 дюйма)



## ЧАСТОТА

[ **ВИБРАЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ЧАСТОТОЙ** ]

Вибрационное воздействие определяется частотой. Частота определяется как число ударов вальца об уплотняемый материал в единицу времени и выражается в герцах или колебаниях в минуту.

Основное влияние частоты вибраций выражается в ее взаимосвязи с рабочей скоростью катка. Поскольку валец внедряется в уплотняемый материал, необходимо убедиться в надлежащем шаге нанесения ударов. Если шаг нанесения ударов слишком

велик, на поверхности уплотняемого слоя могут остаться заметные следы от ударов. Если шаг нанесения ударов слишком мал, на поверхности уплотняемого слоя могут остаться гребни. Правильный шаг нанесения ударов составляет 26-46 ударов на метр (8-14 ударов на фут).

Многие современные катки имеют две частоты вибраций или иногда допускают плавное регулирование частоты. Частоты подразделяются на низкие, средние и высокие.

<b>Низкая частота</b>	40-47 Гц (2400-2800 вибраций в минуту)
<b>Средняя частота</b>	47-57 Гц (2800-3400 вибраций в минуту)
<b>Высокая частота</b>	более 57 Гц (более 3400 вибраций в минуту)

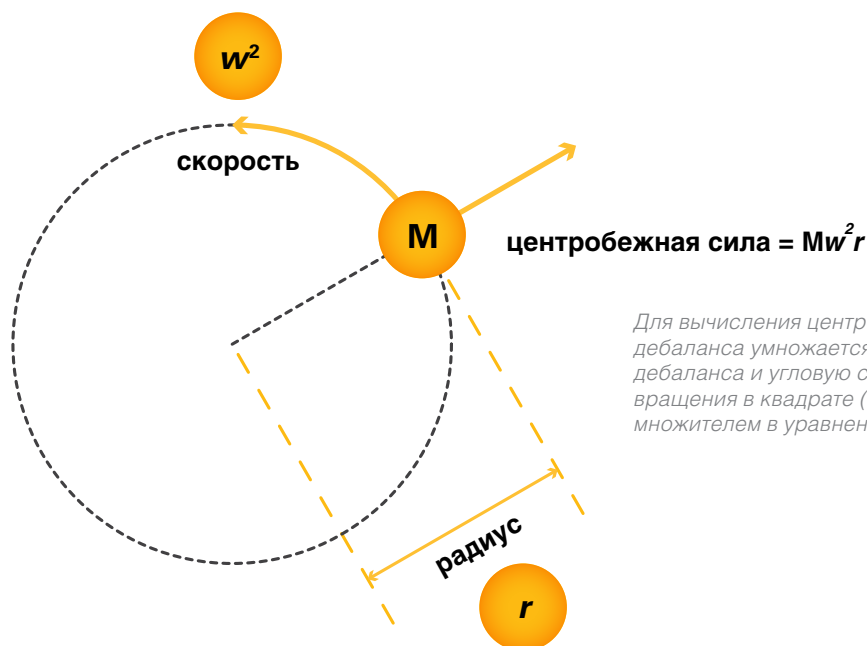
### [ СВЯЗЬ АМПЛИТУДЫ И ЧАСТОТЫ ]

Далее следует понять взаимосвязь между амплитудой и частотой. Высокая амплитуда создается при нахождении дебалансной массы в наиболее удаленном от центра вращения положении. При нахождении дебалансной массы в наиболее удаленном от центра положении вращение вала дебаланса должно осуществляться медленно для того, чтобы предотвратить избыточное тепловыделение и износ подшипника вала. Поэтому высокая амплитуда достижима только при низкой частоте вибраций.

Низкая амплитуда создается при нахождении дебалансной массы ближе к центру вращения. В условиях, когда вал дебаланса более сбалансирован, он может вращаться быстрее без повреждения узлов и деталей виброравальца.

Поэтому низкая амплитуда может применяться при высокой или низкой частоте вибраций.

При нахождении на рабочем объекте бригада, осуществляющая уплотнение, должна определить правильные вибрационные параметры для того, чтобы обеспечить набор плотности эффективно. Если уплотняемый слой требует большой силы или энергии для достижения предписанной плотности, бригаде следует выбрать среднюю или высокую амплитуду. При выборе более высоких амплитуд следует всегда использовать более низкую частоту.



Для вычисления центробежной силы масса ( $M$ ) дебаланса умножается на радиус ( $r$ ) вращения дебаланса и угловую скорость (частоту) вращения в квадрате ( $w^2$ ). Наиболее значимым множителем в уравнении является частота.

## [ ЧТО ТАКОЕ ЦЕНТРОБЕЖНАЯ СИЛА? ]

Центробежная сила - это расчетный параметр, помогающий разработчикам катков найти правильный баланс между массой вальца, массой дебаланса и частотой вращения дебаланса. Центробежная сила не имеет практического значения для оператора катка или персонала, отвечающего за контроль качества.

Часто смысл центробежной силы, значение которой приводится в технических характеристиках машины, понимают неправильно. Многие люди думают, что чем выше центробежная сила, тем выше энергия уплотнения. Это неправильное заключение. Рассмотрение формулы вычисления центробежной силы поможет прояснить ситуацию.

Для вычисления центробежной силы масса дебаланса умножается на радиус вращения дебаланса и угловую скорость (частоту) вращения в квадрате. Наиболее значимым множителем в уравнении является частота. Если частота повышается, центробежная сила значительно повышается. Этот принцип можно проиллюстрировать, рассмотрев технические характеристики вибрационной системы двухвальцовых (типа "тандем") катков компании Caterpillar с двумя частотами и четырьмя амплитудами.



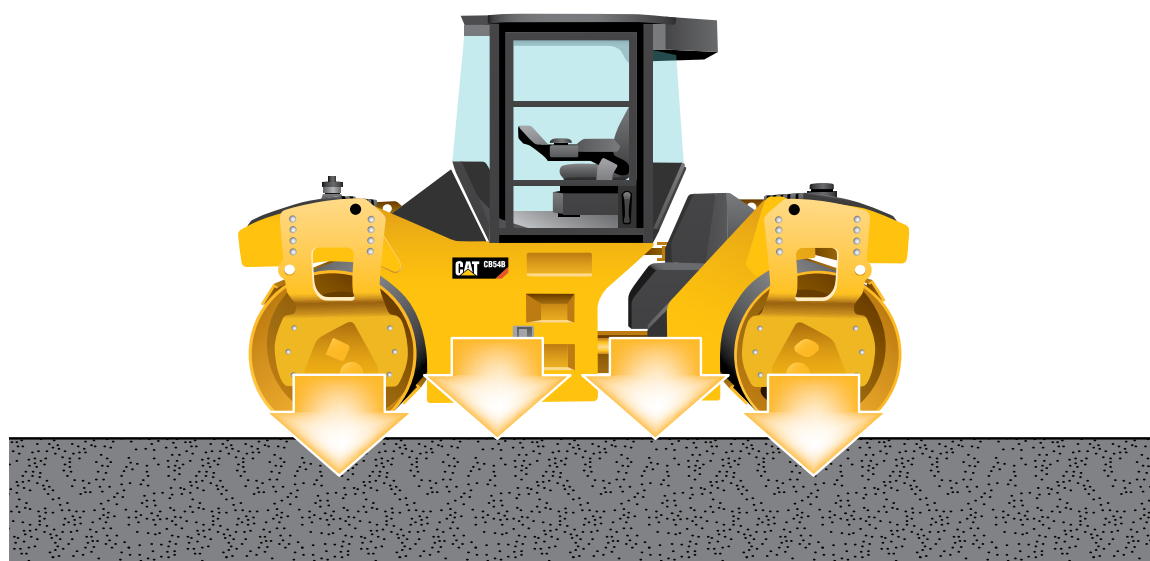
## ВИБРАЦИОННАЯ СИСТЕМА CATERPILLAR

Частота	Амплитуда	Центробежная сила
42 Гц (2520 колебаний в мин)	Высокая: 0,86 мм (0,034 дюйма)	89 кН (19980 фунтов)
42 Гц (2520 колебаний в мин)	Низкая: 0,73 мм (0,029 дюйма)	75 кН (16965 фунтов)
63 Гц (3800 колебаний в мин)	Высокая: 0,44 мм (0,017 дюйма)	103 кН (23243 фунта)
63 Гц (3800 колебаний в мин)	Низкая: 0,33 мм (0,013 дюйма)	78 кН (17438 фунтов)

В случае данной машины наиболее высокие значения центробежной силы достигаются при выборе высокой частоты. В условиях высокой частоты амплитуда или ударная сила сравнительно мала.

Наиболее низкие значения центробежной силы достигаются при выборе низкой частоты. Как отмечалось выше, амплитуда всегда повышается при выборе низкой частоты.

Таким образом, данная таблица показывает, что более высокая центробежная сила необязательно соответствует более высокой энергии уплотнения. Часто более высокая центробежная сила означает более низкую энергию уплотнения. Операторам катков и персоналу, отвечающему за контроль качества, рекомендуется не принимать во внимание центробежную силу при рассмотрении характеристик вибрационной системы.

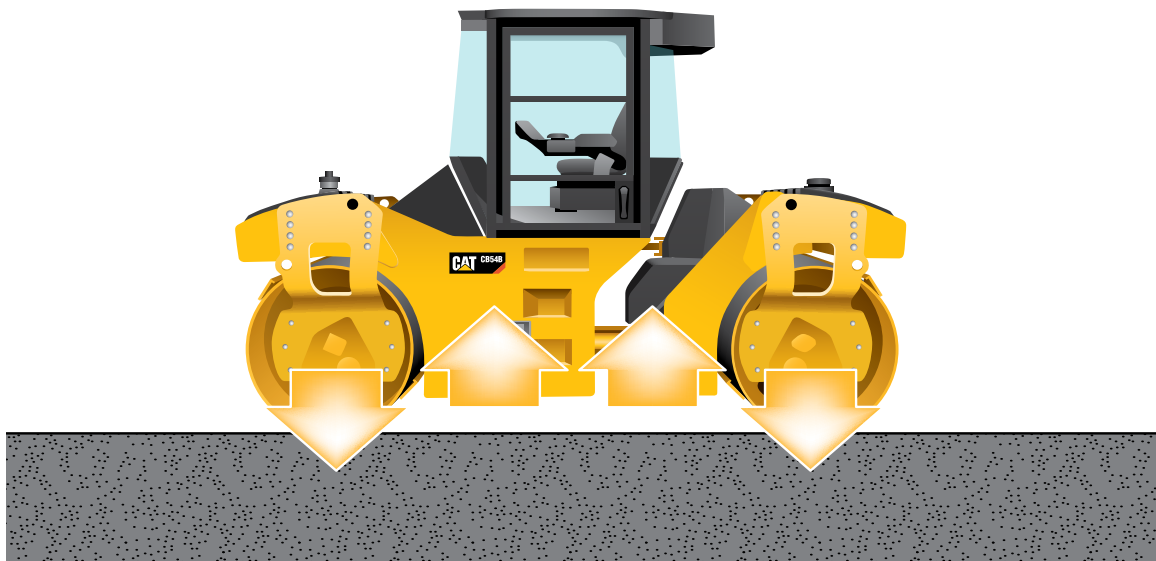


*Когда уплотнение сбалансировано, почти все вибрационное воздействие передается в уплотняемый материал.*

### [ СБАЛАНСИРОВАННЫЕ ПАРАМЕТРЫ РАБОТЫ ВИБРОКАТКА ]

Когда все параметры - амплитуда, частота, скорость хода машины и масса вальца - сбалансированы, ударные и вибрационные воздействия эффективно воздействуют на уплотняемый материал. В условиях согласования всех вибрационных характеристик возникает так называемый резонанс системы и машина работает нормально. В таком состоянии наибольшая часть вибрационного воздействия передается в уплотняемый материал. Передаваемое усилие уплотнения достигает максимума, обеспечивая наиболее производительную работу.

Используя одну и ту же машину на одном и том же уплотняемом материале, можно, оставив прежнюю амплитуду, выбрать более высокую частоту. Центробежная сила повышается с увеличением частоты. Это может нарушить правильный резонанс системы в машине. В таком состоянии часть энергии уплотнения будет вместо ухода в уплотняемый материал отражаться обратно в машину. Вальцы начнут терять контакт с уплотняемым материалом. При возникновении отскока вальцов оператор утрачивает возможность рулевого управления. Несбалансированная вибрация делает уплотнение менее эффективным, может вызвать повреждение уплотняемого слоя и отрицательно сказывается на комфорте оператора.



При несбалансированном уплотнении часть энергии уплотнения отражается обратно на машину.

**Практический совет.** В случае возникновения отскока вальца выполните одно из следующих действий для того, чтобы восстановить нормальную работу:

- Проверьте рабочую скорость и убедитесь в том, что она находится в диапазоне 26-46 ударов на метр (8-14 ударов на фут).
- Выполните переключение на более низкую амплитуду.
- Выполните переключение на более высокую частоту, если такая возможность имеется на машине.
- Выключите вибровозбудитель одного вальца, оставив его включенным на другом.
- Перейдите в статический режим работы.

**Обобщающие выводы.** Силы, вызывающие уплотнение, и другие характеристики машины взаимосвязаны. Для бригады важно иметь понимание связей между силами, вызывающими уплотнение, и тем, как уплотняемый материал воспринимает эти силы. Когда силы, вызывающие уплотнение, и другие характеристики хорошо согласованы, это обеспечивает эффективное уплотнение.







## Раздел 3 ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ НА УПЛОТНЕНИЕ

Уплотнение — это нечто большее, чем просто опыт. Нельзя полагаться лишь на то, что имело место на последнем рабочем объекте. Процесс уплотнения протекает более успешно, если вы знаете, какую информацию собирать и как ее интерпретировать.



## ФАКТОРЫ

В разделе 2 были рассмотрены силы, вызывающие уплотнение, и другие факторы, оказывающие влияние на уплотнение асфальта.

Эти факторы, такие как частота, амплитуда, рабочая скорость и ширина вальца, могут контролироваться бригадой, осуществляющей уплотнение.

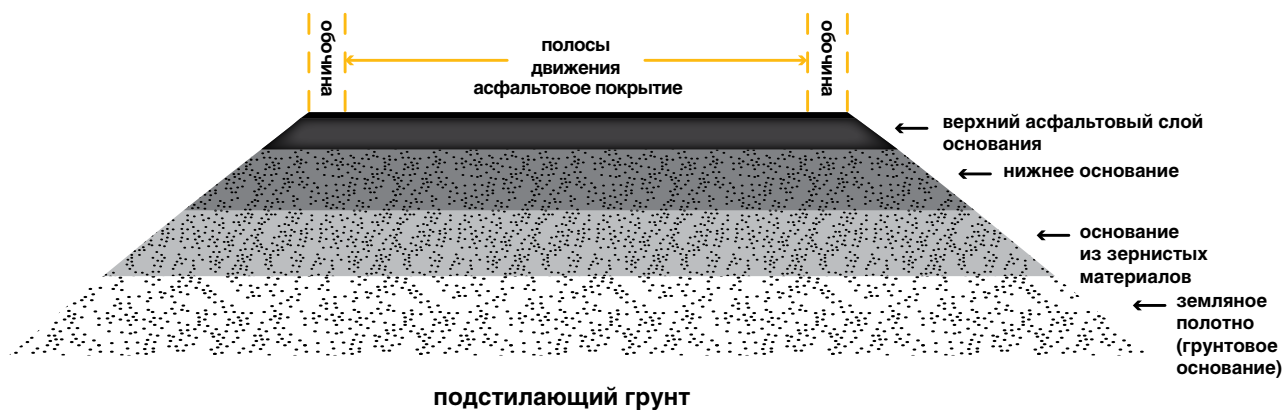
Многие другие факторы, которые влияют на уплотнение асфальта, не доступны для контроля операторам катков, персоналу, отвечающему за контроль качества на месте, и инспекторам.

В число этих факторов входят:

- Проектное решение
- Состав смеси
- Толщина асфальтового слоя
- Температура смеси
- Погодные условия

Важно, чтобы операторы и персонал, отвечающий за контроль качества, располагали информацией об этих факторах, поскольку они должны принимать их во внимание при разработке технологий уплотнения, наиболее подходящих для конкретного объекта.

## ПОПЕРЕЧНОЕ СЕЧЕНИЕ ДОРОГИ



### [ ПРОЕКТНОЕ РЕШЕНИЕ ]

Конструкция дорожной одежды влияет на технологию уплотнения. При строительстве новых дорог или их полной реконструкции обычно используются несколько слоев асфальта. Каждый слой отличается по типу асфальтобетона и толщине. Первый снизу слой, называемый слоем основания, укладывается на основание из каменных

материалов или стабилизированное грунтовое основание и обычно представляет собой смесь с довольно крупными заполнителями. Обычно этот слой имеет наибольшую толщину. Поскольку он укладывается на не жесткое основание, для достижения требуемой плотности обычно необходима высокая энергия уплотнения.

**Практический совет.** При уплотнении асфальта, уложенного на основание из зернистых материалов, следует всегда помнить, что часть ударного воздействия катка или амплитуды будет поглощена не жестким основанием. При составлении сравнительной карты данных для выбора амплитуды всегда учитывайте тип основания под асфальтовым слоем. Если основание жесткое, как, например, фрезерованная поверхность, следует предусмотрительно отказаться от использования слишком большой амплитуды. Если основание не жесткое, это дает меньше поводов беспокоиться в отношении выбора средней или высокой амплитуды.



Часто используется второй слой асфальта, называемый связующим или промежуточным слоем. Связующий слой обычно имеет меньшую толщину, чем верхний слой основания, и содержит менее крупные заполнители. Для достижения требуемой плотности при уплотнении связующего слоя обычно требуется меньше энергии. Слой основания и связующий слой придают несущую способность дорожной одежде. Промежуточный слой может выполнять дренажную функцию при применении совместно со слоем износа, содержащим заполнители с открытым гранулометрическим составом.

В последнюю очередь укладывается поверхностный слой, иногда называемый слоем износа, или фрикционным слоем. Поверхностный слой обычно является самым тонким слоем и содержит самые мелкие заполнители. Поверхностный слой является самым жестким слоем и вносит наибольший вклад в прочность покрытия. Поскольку поверхностный слой обычно сравнительно тонок и укладывается на жесткую поверхность, он нуждается в более низкой энергии уплотнения.

**ОСОБО ДОЛГОВЕЧНОЕ КАПИТАЛЬНОЕ ПОКРЫТИЕ**



Особо долговечными капитальными покрытиями называют другой тип дорожной одежды, отличающийся повышенной долговечностью. Такие покрытия способны выдержать почти неограниченное число циклов осевой нагрузки без ухудшения структуры. Толстые слои асфальта, иногда достигающие 60 см (22 дюйма), ограничивают уровень напряжений, вызываемых нагрузкой, под слоями асфальта.

Для строительства особо долговечного капитального покрытия обычно используются высококачественные стойкие к деформации смеси. Самые нижние слои такого покрытия нуждаются в высокой энергии уплотнения для достижения предписанной плотности.

Другим весьма распространенным случаем уплотнения покрытий является уплотнение одного или двух довольно тонких слоев на фрезерованной поверхности. В настоящее время среди работ, связанных с асфальтобетонными покрытиями, очень велика доля ремонтных работ, осуществляемых путем снятия старого покрытия на часть его толщины и устройства нового покрытия.

За этапом холодного фрезерования может следовать этап устройства выравнивающего слоя и затем поверхностного слоя. Толщина этих слоев редко превышает 50 мм (2 дюйма). Поэтому для их уплотнения обычно используется более низкая энергия уплотнения.



Уплотнение тонких слоев на фрезерованной поверхности обычно требует меньших усилий уплотнения.

### [ СОСТАВ СМЕСИ ]

Асфальт - это общий термин, включающий много различных видов смесей, содержащих заполнители, минеральный порошок, модификаторы и битумное вяжущее. Асфальт производят на асфальтосмесительных установках при температуре 145-190°C (300-350°F). Разновидностью горячих асфальтобетонных смесей являются теплые асфальтобетонные смеси. Теплые асфальтобетонные смеси производятся и укладываются при более низких температурах, чем обычные горячие асфальтобетонной смеси. Разница температур может достигать 40°C (100°F), но это не сказывается на эксплуатационных качествах покрытия. В настоящем руководстве соблюдается одинаковый подход к изложению материала по уплотнению горячих асфальтобетонных смесей и теплых асфальтобетонных смесей.

Смеси с плотным гранулометрическим составом содержат заполнители с непрерывно изменяющимся гранулометрическим составом. Другими словами, в состав смеси входят заполнители множества размеров. В состав также входят битумное вяжущее и минеральный порошок. Как правило, более крупные заполнители находятся в матрице в виде мастики, состоящей из битумного вяжущего и минерального порошка. Битумное вяжущее можно модифицировать, используя такие материалы, как полимеры или латексный каучук, для придания дополнительной жесткости.

Поскольку крупные заполнители окружены смесью из битумного вяжущего и минерального порошка, опасность повреждения заполнителей под воздействием высоких усилий уплотнения снижается. В зависимости от толщины слоя при уплотнении смесей с плотным гранулометрическим составом часто выбираются амплитуды от средних до высоких.

**Практический совет.** В сравнительную карту данных для выбора амплитуды необходимо также добавить тип битумного вяжущего. Если битумное вяжущее содержит такие модификаторы, как полимеры, волокна или латексный каучук, вязкость битумного вяжущего будет высокой. Из-за высокой вязкости модифицированного битумного вяжущего сближение заполнителей в процессе уплотнения будет затруднено. Поэтому, зная, что уплотняемый слой содержит битумное вяжущее высокой плотности, следует выбирать более высокие амплитуды. Информацию о типе битумного вяжущего можно узнать у инспекторов и персонала, отвечающего за контроль качества, которым известен состав рабочей смеси.

**СМЕСЬ С ПЛОТНЫМ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИМ СОСТАВОМ**



Смеси с плотным гранулометрическим составом часто подразделяются на крупнозернистые и мелкозернистые. Размер заполнителей максимальной крупности в крупнозернистых смесях составляет 19 мм (3/4 дюйма) или более. Крупнозернистые смеси обычно укладывают довольно толстыми слоями, имеющими

толщину 75 мм (3 дюйма) или более. Слои из крупнозернистых смесей имеют малую вероятность расползания под действием высокой энергии уплотнения. Вы можете использовать виброкатки в режиме высокого амплитудного диапазона и пневмоколесные катки с повышенным опорным давлением.

**КРУПНОЗЕРНИСТАЯ СМЕСЬ**



*Смеси с плотным гранулометрическим составом, содержащие крупные заполнители, называются крупнозернистыми смесями.*

**МЕЛКОЗЕРНИСТАЯ СМЕСЬ**



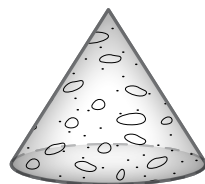
*Смеси с плотным гранулометрическим составом, содержащие более мелкие заполнители, называются мелкозернистыми смесями.*

Некоторые смеси с плотным гранулометрическим составом относятся к категории мелкозернистых. В мелкозернистых смесях размер заполнителей максимальной крупности не превышает 13 мм (1/2 дюйма) и обычно содержится довольно большой процент минерального порошка и битумного вяжущего. Некоторые мелкозернистые смеси могут быть нестабильны во время процесса уплотнения, особенно если толщина слоя превышает 50 мм

(2 дюйма). Для стабилизации мелкозернистых смесей может потребоваться статическое уплотнение перед началом уплотнения при помощи вибрационных катков. Высокая энергия уплотнения может повредить слой из мелкозернистой смеси. Для уплотнения мелкозернистых смесей рекомендуется применять более легкие катки, катки с жесткими вальцами или пневмоколесные.



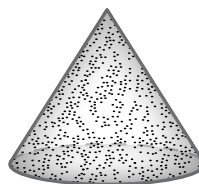
## СМЕСЬ С ОТКРЫТЫМ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИМ СОСТАВОМ



**заполнители  
номинальной  
максимальной  
крупности**



**мелкие  
заполнители**



**минеральный  
порошок**

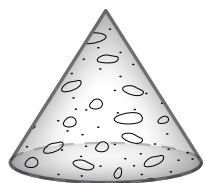


**битумное  
вяжущее**

Смеси с открытым гранулометрическим составом сравнительно однородны по фракционному составу заполнителей и отличаются отсутствием заполнителей промежуточных фракций. Как правило, такие смеси применяются для устройства водопроницаемых фрикционных слоев и водопроницаемых оснований, обработанных битумом. Благодаря обилию незаполненных пустот следует предусматривать меры

предосторожности для того, чтобы минимизировать дренаж битумного вяжущего в нижнюю часть слоя. Для этого используются модификаторы битумного вяжущего - обычно латексный каучук или волокна. Для смесей с открытым гранулометрическим составом характерен взаимный контакт заполнителей и сильное обволакивание заполнителей битумным вяжущим.

## СМЕСЬ С ПРЕРЫВИСТЫМ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИМ СОСТАВОМ



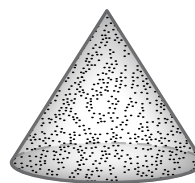
**заполнители  
номинальной  
максимальной  
крупности**



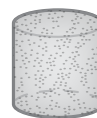
**промежуточные  
заполнители**



**мелкие  
заполнители**



**минеральный  
порошок**

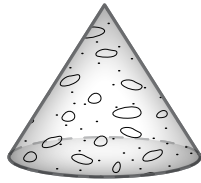


**битумное  
вяжущее**

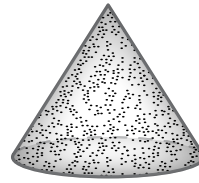
К данному типу смесей относятся смеси, гранулометрический состав заполнителей которых включает фракции от крупных до мелких, но доля промежуточных фракций сравнительно мала. Смесей с прерывистым

гранулометрическим составом также характеризуются взаимным контактом заполнителей и имеют более высокую водопроницаемость, чем смеси с плотным гранулометрическим составом.

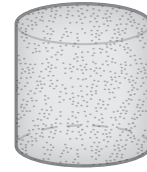
## ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫЙ АСФАЛЬТ



**заполнители  
номинальной  
максимальной  
крупности**



**минеральный  
порошок**



**битумное  
вяжущее**

Щебеночно-мастичный асфальт (SMA), подобно другим смесям с открытым гранулометрическим составом, не содержит большинство промежуточных фракций заполнителей. Однако, доля минерального порошка в составе щебеночно-мастичного асфальта намного

выше. Вместе с этим минеральным порошком модифицированное битумное вяжущее создает толстое мастичное покрытие, обволакивающее крупные заполнители и заполняющее пустоты между ними.

**Практический совет.** Смеси с открытым гранулометрическим составом, смеси с прерывистым гранулометрическим составом и щебеночно-мастичный асфальт характеризуются большим числом взаимных контактов заполнителей, чем смеси с плотным гранулометрическим составом. Из-за высокого распространения взаимного контакта заполнителей более высока вероятность повреждения заполнителей в процессе уплотнения. Для смесей таких типов обычно рекомендуется применять виброуплотнение в режиме пониженных амплитуд или статическое уплотнение. Возможно применение нормативов, регламентирующих технологию уплотнения с использованием таких смесей. Также следует отметить, что некоторые сильно модифицированные каменно-матричные смеси могут иметь исключительно высокую жесткость и нуждаться в повышенном усилии уплотнения.

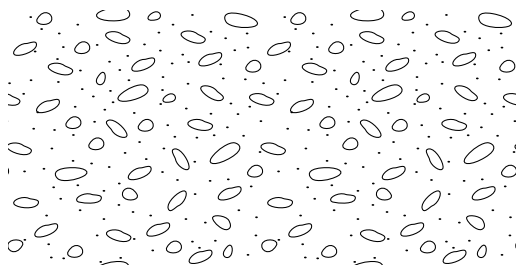
### [ ФОРМА ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ]

Форма заполнителей также оказывает влияние на уплотнение. Форма заполнителей определяет величину внутреннего трения между зернами.

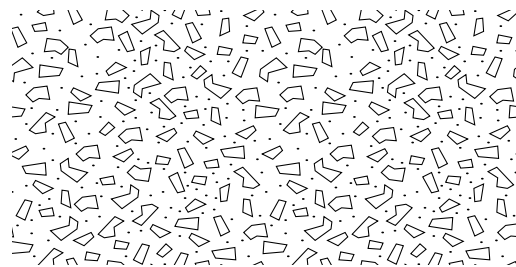
Заполнители окатанной формы имеют низкое внутреннее трение и сближаются внутри слоя больше при меньшей энергии уплотнения. Однако для смесей с окатанными заполнителями характерна тенденция к нестабильности и растеканию под весом катка. Поэтому, когда известно, что заполнители имеют окатанную форму, следует выбирать низкую амплитуду вибраций или легкий статический каток.

Заполнители неокатанной формы, с другой стороны, имеют высокое внутреннее трение. После их вхождения в контакт друг с другом они придают высокую прочность покрытию. Для преодоления внутреннего трения между изломанными поверхностями щебня требуются более высокие усилия и более тяжелые катки. В большинстве случаев смеси для дорог с высокой интенсивностью движения содержат заполнители в виде щебня с изломанной поверхностью.

#### **ЗАПОЛНИТЕЛИ ОКАТАННОЙ ФОРМЫ** низкое внутреннее трение



#### **ЗАПОЛНИТЕЛИ НЕОКАТАННОЙ ФОРМЫ** высокое внутреннее трение



**[ ТОЛЩИНА СЛОЯ / РАЗМЕР ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ]**

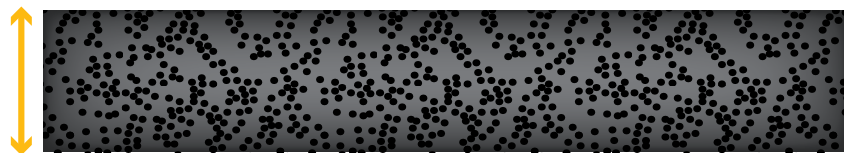
Вне зависимости от типа смеси или типа рабочего объекта очень важным фактором является соотношение между размером самых крупных заполнителей в смеси и толщиной слоя. Это соотношение сильно влияет на способность слоя к восприятию энергии уплотнения и достижению предписанной плотности.

Например, слой толщиной 10 см (4 дюйма) с максимальным размером заполнителей 25 мм (1 дюйм) сравнительно легко поддается

уплотнению. Вы можете использовать высокие усилия уплотнения и не беспокоиться о повреждении заполнителей. При соотношении 4:1 имеется много места для движения заполнителей, что позволяет им переориентироваться. Многие департаменты общественных работ устанавливают соотношение 3:1 в качестве минимального для смесей, используемых при строительстве дорог с высокой интенсивностью движения.

**ОТНОШЕНИЕ ТОЛЩИНЫ СЛОЯ К РАЗМЕРУ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ 4:1**

слой толщиной  
10 см (4 дюйма)



заполнители крупностью до 25 мм (1 дюйм))

**ОТНОШЕНИЕ ТОЛЩИНЫ СЛОЯ К РАЗМЕРУ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ 2:1**

слой толщиной  
5 см (2 дюйма)



заполнители крупностью до 25 мм (1 дюйм))



При отношении толщины слоя к размеру заполнителей менее 3:1 процесс уплотнения усложняется. В частности, если смесь содержит заполнители неокатанной формы, существует вероятность того, что изменение ориентации заполнителей при уплотнении будет сопровождаться их повреждением.

Оператор катка скорее всего заметит отскок вальца или появление обнаженных каменных материалов на поверхности слоя. Недостаток плотности и повреждение заполнителей приводят к преждевременному разрушению покрытия. При отношении толщины слоя к размеру заполнителей менее 3:1 следует использовать низкую энергию уплотнения.



*При использовании асфальтоукладочной бригадой системы контроля поперечного уклона толщина может изменяться.*

**Практический совет.** Даже если проектом предусматривается требуемое минимальное соотношение 3:1, в некоторых случаях это отношение толщины слоя к размеру заполнителей будет меньше. Чаще всего это возникает при использовании системы контроля поперечного уклона на асфальтоукладчике для формирования профиля. Применение системы контроля поперечного уклона рабочего органа асфальтоукладчика означает, что толщина слоя, возможно, будет изменяться в поперечном направлении. Левая половина слоя может иметь толщину 75-50 мм (3-2 дюйма), а правая половина — толщину 50-25 мм (2-1 дюйм). С левой стороны уплотнение будет происходить нормально, а при переходе к уплотнению правой стороны вальцы могут начать отскакивать. С правой стороны требуется меньшая энергия уплотнения. Лучшим выходом в этой ситуации будет отключение вибровозбудителя на одном или обоих вальцах. Изменение режима работы вибрационной системы легко осуществляется переключателем на рабочем месте оператора. Для устранения отскока вальца оператору не нужно выходить из машины и изменять настройку амплитуды.

**[ ТЕМПЕРАТУРА СМЕСИ ]**

Еще один фактор - температура асфальтового слоя - оказывает большое влияние на уплотнение. Повышение плотности любого асфальтового слоя, как правило, легче всего осуществлять при наиболее высокой возможной температуре. При высокой температуре битумное вяжущее, входящее в состав смеси, имеет наиболее низкую вязкость. Заполнители в смеси легко сближаются, когда битумное вяжущее имеет жидкое состояние или наиболее низкую вязкость. При охлаждении битумное вяжущее твердеет. Заполнители фиксируются в смеси, и дальнейшее вытеснение воздуха становится невозможным.

В зависимости от свойств смеси при высокой температуре предельная верхняя температура, при которой допустимо уплотнение, составляет приблизительно 160°C (320°F). Некоторые типы смесей могут терять стабильность при высокой температуре и вместо сжатия вальцом выдавливаются им вперед. Смесей, нестабильные при высокой температуре, обычно имеют высокое процентное соотношение мелких заполнителей, минерального порошка и битумного вяжущего. Когда смесь деформируется при высокой температуре, лучший выход - увеличить расстояние до асфальтоукладчика, для того чтобы материал успел остыть до температуры, обеспечивающей нормальное уплотнение.



Достижение требуемой плотности слоя должно быть почти или полностью выполнено к тому времени, когда слой остынет до температуры 90°C (190°F). При этой температуре асфальт делается настолько жестким, что лишается возможности дополнительного перемещения заполнителей. В это время еще возможно устранение следов на поверхности слоя, но вряд ли возможно дальнейшее увеличение плотности. Если охлаждение слоя происходит до того, как достигнута требуемая плотность:

- Уменьшите расстояние до асфальтоукладчика
- Повысьте энергию уплотнения
- Увеличьте число катков

Существуют исключения из общих правил в отношении верхнего и нижнего предельно допустимых значений температуры для уплотнения. Некоторые смеси имеют интервал размягчения, который ограничен верхним и нижним предельными значениями температуры. Для таких смесей уплотнение будет нормально протекать в диапазоне очень высоких температур. Затем уплотняемый слой утратит стабильность в диапазоне промежуточных температур, который обычно называют зоной размягчения.



*Одним из признаков работы катка в интервале размягчения является округлый след от края вальца, по которому проходит трещина.*

Если каток работает в интервале размягчения, обычно можно увидеть движение слоя перед вальцом или пневматическими шинами. Другим признаком работы в зоне размягчения является внешний вид следа от края вальца. Этот след имеет округлую форму с трещиной. В нормальных условиях край вальца оставляет прямой след. Округлый след, указывающий на работу катка в интервале размягчения, возможно, проще всего увидеть оператору.

При уплотнении смеси, которая имеет интервал размягчения, необходимо достичь максимально возможной плотности при работе в зоне высоких температур. После достижения интервала размягчения уплотнение обычно приостанавливают. После завершения времени существования интервала размягчения слой обычно вновь приобретает стабильность и становится возможным дальнейшее повышение плотности. Перед входом в интервал размягчения плотность материала должна быть близка к требуемой конечной плотности. После выхода из интервала размягчения и возобновления уплотнения выберите низкую амплитуду, для того чтобы избежать отскока вальца на остывшем плотном слое.

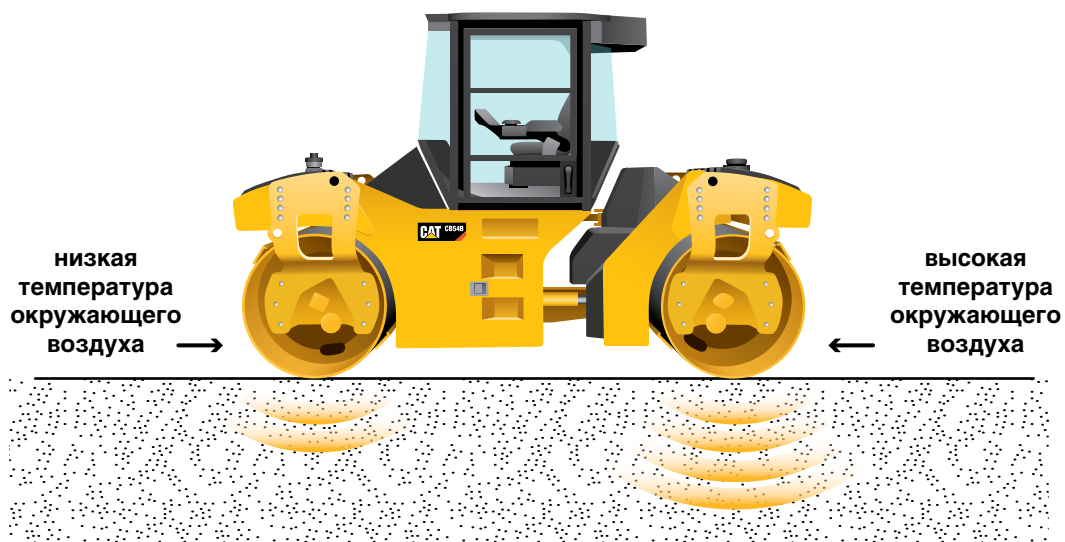


[ **ПОГОДНЫЕ УСЛОВИЯ** ]

Последним фактором, оказывающем влияние на уплотнение, являются погодные условия, прежде всего температура воздуха и ветровой режим. В жаркую солнечную погоду с высокой температурой воздуха уплотняемый слой удерживает тепло дольше, что увеличивает период удобоуплотняемости.

В холодную и ветряную погоду уплотняемый слой теряет тепло быстрее. На поверхности уплотняемого материала может просто образоваться корка, которая будет мешать однородному распространению уплотняющих воздействий внутри слоя.

Проверка температуры слоя осуществляется двумя способами. Чаще всего используется инфракрасный температурный сканер. Сканер позволяет быстро проверить температуру на поверхности в определенной точке. Оператор или работник, осуществляющий контроль качества, может быстро следить за температурой в различных местах. Другим способом проверки температуры слоя является использование зондового термометра. Зонд показывает температуру внутри слоя и позволяет более точно судить о том, как будет реагировать смесь на силы, вызывающие уплотнение.



**Практический совет.** Операторам катков иногда приходится изменять схемы укатки в соответствии с изменением окружающих условий в течение дня. В утренние часы, когда температура обычно наиболее низка, можно использовать короткую схему укатки, для того чтобы держаться как можно ближе к асфальтоукладчику. По мере повышения температуры воздуха и увеличения времени охлаждения уплотняемого слоя операторы катков могут увеличивать длину своих схем укатки и уже не заботиться о том, чтобы оставаться как можно ближе к асфальтоукладчику.



## ФАКТОРЫ

Все эти значения температуры и характеристики смеси имеют важное значение, поскольку определяют то количество времени, которое имеется в распоряжении для достижения требуемой плотности, прежде чем температура слоя опустится ниже 90°C (190°F). Эту информацию также можно использовать для определения имеющегося времени до вхождения в интервал размягчения, если этот интервал существует.

В прежние времена персонал, отвечающий за контроль качества, был вынужден

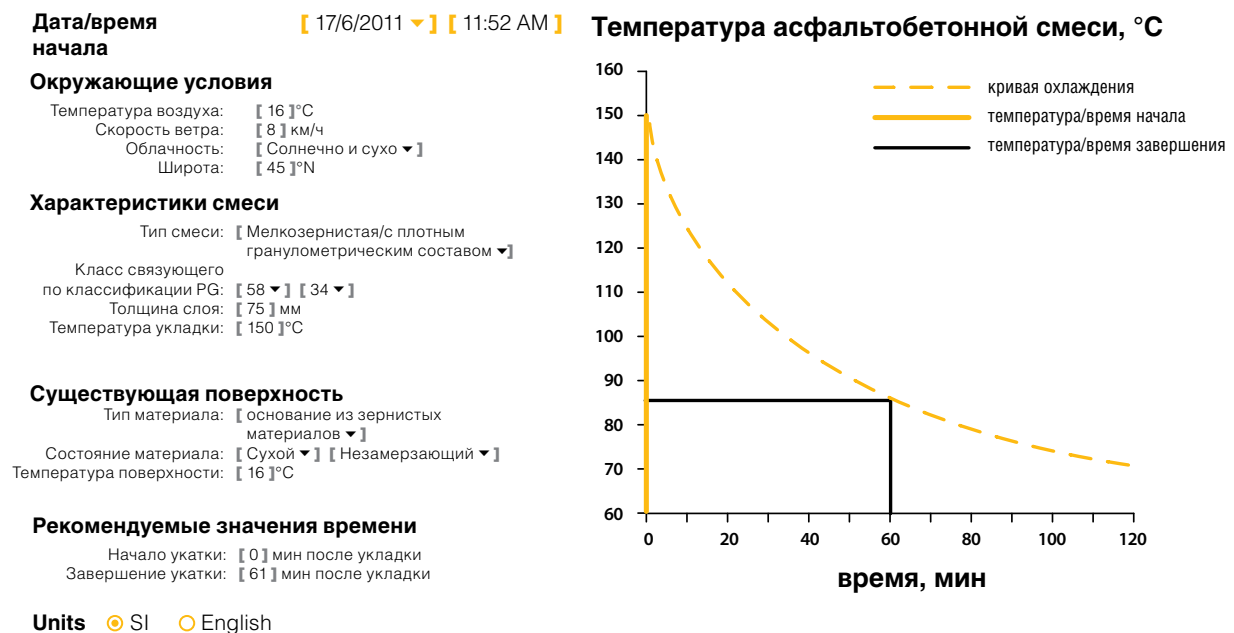
использовать технологические таблицы для определения времени на уплотнение, исходя из толщины слоя, температуры слоя за асфальтоукладчиком и окружающих условий. Сегодня существует несколько программ, позволяющих рассчитать время с более высокой точностью и быстрее. Одна из программ называется PaveCool (PaveCool, версия 2.400, авторские права принадлежат Департаменту транспорта штата Миннесота 2001-2005). Ниже приводятся результаты ряда вычислений, сделанных при помощи программы PaveCool.

**Практический совет.** Температура поверхности слоя всегда ниже, чем температура внутри слоя. При наличии используйте зонд для проверки внутренней температуры. Затем используйте инфракрасный сканер для проверки поверхностной температуры в этом же месте. Можно обнаружить, что разность температур на поверхности и внутри может достигать 15°C (30°F). Знание разности температур позволяет по показаниям сканера, измеряющего температуру на поверхности, определять фактическую внутреннюю температуру.

**Практический совет.** Компания Caterpillar рекомендует персоналу, отвечающему за контроль качества, построить несколько кривых охлаждения, прежде чем приступить к реализации проекта. Эти кривые охлаждения должны отражать любые изменения в толщине слоя и прогнозировать изменения температуры смеси и окружающих условий.

**Практический совет.** Построение кривых охлаждения также может принести исключительную пользу при уплотнении смесей, имеющих интервал размягчения. Вы можете ввести в программу PaveCool параметры, требуемые для вычисления времени до входа в интервал размягчения и времени существования интервала размягчения.

### [ КРИВЫЕ ОХЛАЖДЕНИЯ ]



Для использования программного обеспечения PaveCool требуется ввести условия окружающей среды, характеристики смеси и данные о существующей поверхности. В данном случае температура воздуха составляет 16°C (60°F), ветер слабый, солнечная погода и рабочий объект находится вблизи Парижа, Франция (45° северной широты). Асфальт с плотным гранулометрическим составом укладывается слоем толщиной 75 мм (3 дюйма) и при прохождении по нему выглаживающей плиты асфальтоукладчика имеет температуру 150°C (302°F). Асфальтовый слой уложен на зернистый материал, имеющий температуру 16°C (61°F). Результирующая кривая охлаждения показывает, что имеется 61 минута на уплотнение, после чего слой остывает до минимальной температуры, которая была задана равной 85°C (185°F).

Дата/время начала [ 17/6/2011 ▼ ] [ 11:52 AM ]

**Окружающие условия**

Температура воздуха: [ 16 ]°C  
 Скорость ветра: [ 8 ] км/ч  
 Облачность: [ Солнечно и сухо ▼ ]  
 Широта: [ 45 ]°N

**Характеристики смеси**

Тип смеси: [ Мелкозернистая/с плотным гранулометрическим составом ▼ ]  
 Класс связующего по классификации PG: [ 58 ▼ ] [ 34 ▼ ]  
 Толщина слоя: [ 50 ] мм  
 Температура укладки: [ 150 ]°C

**Существующая поверхность**

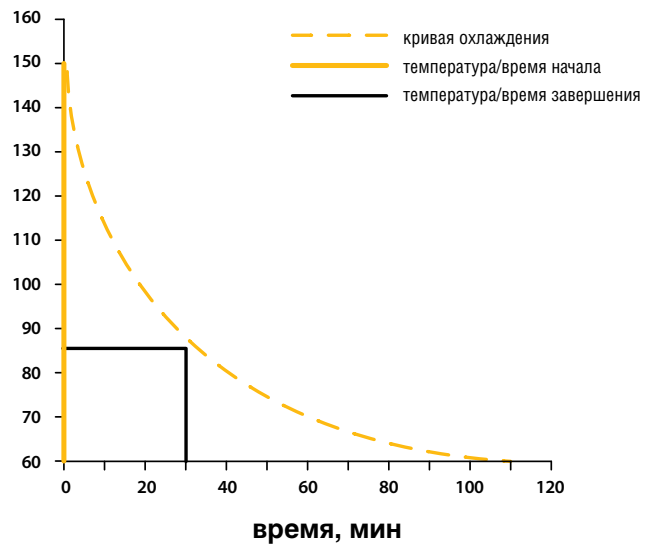
Тип материала: [ Основание из зернистых материалов ▼ ]  
 Состояние материала: [ Сухой ▼ ] [ Незамерзающий ▼ ]  
 Температура поверхности: [ 16 ]°C

**Рекомендуемые значения времени**

Начало укатки: [ 0 ] мин после укладки  
 Завершение укатки: [ 31 ] мин после укладки

Units  SI  English

**Температура асфальтобетонной смеси, °C**



В данном случае все исходные данные прежние, кроме толщины слоя, которая теперь составляет 50 мм (2 дюйма). Расчет новой кривой охлаждения показывает, что запас времени на уплотнение уменьшился на 50%. Теперь запас времени на уплотнение составляет 31 минуту.

Дата/время начала [ 17/6/2011 ▼ ] [ 11:52 AM ]

**Окружающие условия**

Температура воздуха: [ 16 ]°C  
 Скорость ветра: [ 8 ] км/ч  
 Облачность: [ Солнечно и сухо ▼ ]  
 Широта: [ 45 ]°N

**Характеристики смеси**

Тип смеси: [ Мелкозернистая/с плотным гранулометрическим составом ▼ ]  
 Класс связующего по классификации PG: [ 58 ▼ ] [ 34 ▼ ]  
 Толщина слоя: [ 38 ] мм  
 Температура укладки: [ 150 ]°C

**Существующая поверхность**

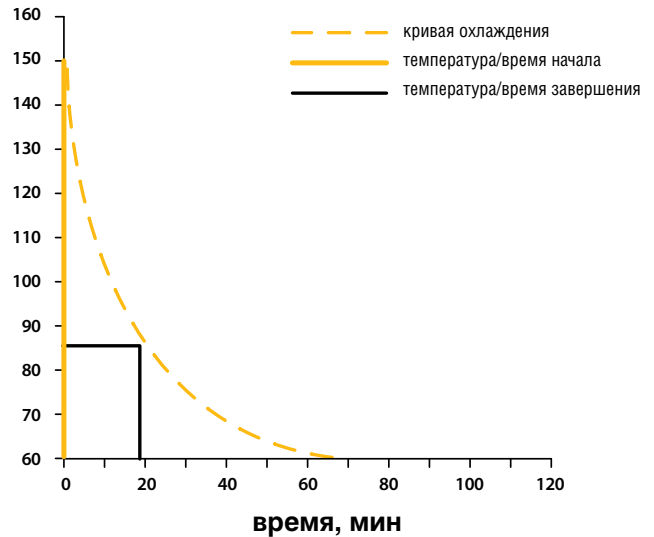
Тип материала: [ Основание из зернистых материалов ▼ ]  
 Состояние материала: [ Сухой ▼ ] [ Незамерзающий ▼ ]  
 Температура поверхности: [ 16 ]°C

**Рекомендуемые значения времени**

Начало укатки: [ 0 ] мин после укладки  
 Завершение укатки: [ 19 ] мин после укладки

Units  SI  English

**Температура асфальтобетонной смеси, °C**



Далее предположим, что осуществляется укладка сравнительно тонкого поверхностного слоя толщиной всего 38 мм (1,5 дюйма). Все остальные данные остаются прежними. Кривая охлаждения показывает, что запас времени на уплотнение составляет всего 19 минут.

Толщина слоя очень сильно влияет на запас времени на уплотнение. Чем тоньше слой, тем более сложным становится процесс уплотнения. Знание запаса времени на

достижение требуемой плотности тонких слоев помогает определить схемы укатки и число катков, необходимых на объекте.



Возможность бокового выноса вальца расширяет ширину уплотняемой полосы для ускорения уплотнения тонких слоев, быстро теряющих тепло.

**Практический совет.** Некоторые катки имеют возможность бокового смещения переднего и заднего вальцов, что почти удваивает ширину полосы уплотнения. Благодаря этому уменьшается число проходов с захватами, требуемое для уплотнения слоя по его ширине. При боковом выносе вальца усилие уплотнения, воздействующее на материал, снижается. Однако тонкие слои требуют меньших усилий уплотнения, и каток может следовать за асфальтоукладчиком на меньшем расстоянии, где температура слоя выше и он более хорошо поддается уплотнению.

**Дата/время начала** [ 17/6/2011 ▼ ] [ 11:52 AM ] **Температура асфальтобетонной смеси, °C**

**Окружающие условия**

Температура воздуха: [ 16 ]°C  
 Скорость ветра: [ 8 ] км/ч  
 Облачность: [ Солнечно и сухо ▼ ]  
 Широта: [ 45 ]°N

**Характеристики смеси**

Тип смеси: [ Мелкозернистая/с плотным гранулометрическим составом ▼ ]  
 Класс связующего по классификации PG: [ 58 ▼ ] [ 34 ▼ ]  
 Толщина слоя: [ 38 ] мм  
 Температура укладки: [ 140 ]°C

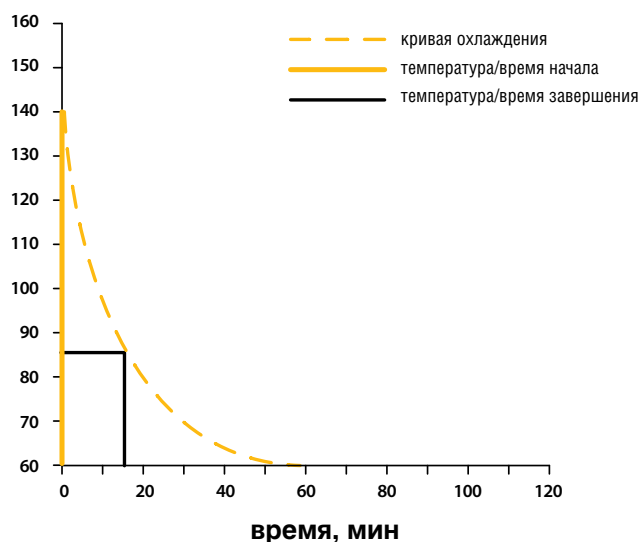
**Существующая поверхность**

Тип материала: [ Основание из зернистых материалов ▼ ]  
 Состояние материала: [ Сухой ▼ ] [ Незамерзающий ▼ ]  
 Температура поверхности: [ 16 ]°C

**Рекомендуемые значения времени**

Начало укатки: [ 0 ] мин после укладки  
 Завершение укатки: [ 16 ] мин после укладки

**Units**  SI  English



Далее рассмотрим, как температура слоя влияет на запас времени на уплотнение. В данном случае толщина слоя составляет 38 мм (1,5 дюйма), но температура слоя под выглаживающей плитой снижена до 140°C (284°F). По сравнению со случаем, когда температура слоя составляла 150°C (302°F), а запас времени на уплотнение составлял 19 минут, небольшое снижение температуры слоя снизило запас времени на уплотнение до 16 минут.

Дата/время начала [ 17/6/2011 ▼ ] [ 11:52 AM ]

Температура асфальтобетонной смеси, °C

**Окружающие условия**

Температура воздуха: [ 16 ]°C  
 Скорость ветра: [ 8 ] км/ч  
 Облачность: [ Солнечно и сухо ▼ ]  
 Широта: [ 45 ]°N

**Характеристики смеси**

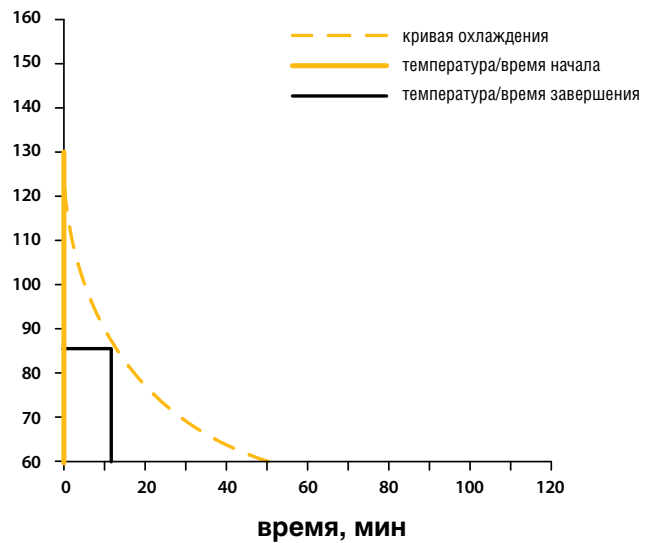
Тип смеси: [ Мелкозернистая/с плотным гранулометрическим составом ▼ ]  
 Класс связующего по классификации PG: [ 58 ▼ ] [ 34 ▼ ]  
 Толщина слоя: [ 38 ] мм  
 Температура укладки: [ 130 ]°C

**Существующая поверхность**

Тип материала: [ Основание из зернистых материалов ▼ ]  
 Состояние материала: [ Сухой ▼ ] [ Незамерзающий ▼ ]  
 Температура поверхности: [ 16 ]°C

**Рекомендуемые значения времени**

Начало укатки: [ 0 ] мин после укладки  
 Завершение укатки: [ 12 ] мин после укладки



Units  SI  English

И наконец, когда температура слоя снижается до 130°C (266°F), запас времени на уплотнение снижается до 12 минут. Понижение температуры уплотняемого слоя снижает запас времени на уплотнение, но это влияние не настолько сильное, как влияние толщины слоя на запас времени на уплотнение.

Дата/время начала [ 17/6/2011 ▼ ] [ 11:52 AM ]

Температура асфальтобетонной смеси, °C

**Окружающие условия**

Температура воздуха: [ 10 ]°C  
 Скорость ветра: [ 8 ] км/ч  
 Облачность: [ Солнечно и сухо ▼ ]  
 Широта: [ 45 ]°N

**Характеристики смеси**

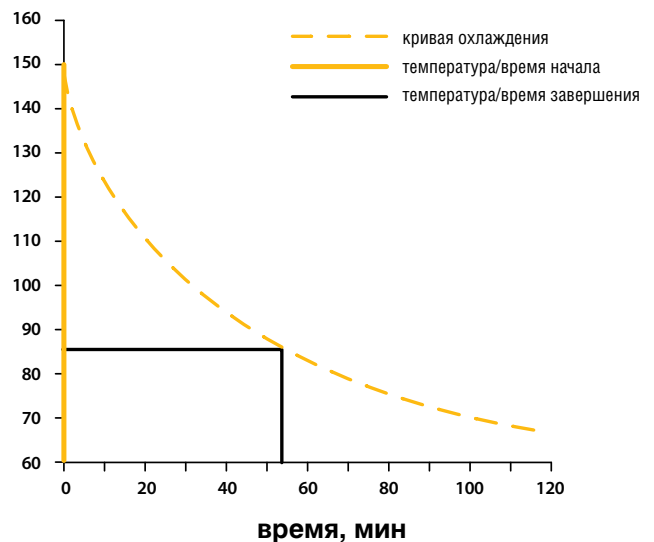
Тип смеси: [ Мелкозернистая/с плотным гранулометрическим составом ▼ ]  
 Класс связующего по классификации PG: [ 58 ▼ ] [ 34 ▼ ]  
 Толщина слоя: [ 75 ] мм  
 Температура укладки: [ 150 ]°C

**Существующая поверхность**

Тип материала: [ Основание из зернистых материалов ▼ ]  
 Состояние материала: [ Сухой ▼ ] [ Незамерзающий ▼ ]  
 Температура поверхности: [ 10 ]°C

**Рекомендуемые значения времени**

Начало укатки: [ 0 ] мин после укладки  
 Завершение укатки: [ 54 ] мин после укладки



Units  SI  English

Теперь рассмотрим влияние температуры окружающего воздуха на запас времени на уплотнение. В данном случае толщина слоя вновь составляет 75 мм (3 дюйма). Когда температура окружающего воздуха составляла 16°C (61°F), на уплотнение оставалась 61 минута. Когда температура окружающего воздуха снизилась до 10°C (50°F), запас времени на уплотнение снизился на 10% до 54 минут.



# ФАКТОРЫ

Дата/время начала [ 17/6/2011 ▼ ] [ 11:52 AM ]

## Окружающие условия

Температура воздуха: [ 5 ]°C  
Скорость ветра: [ 8 ] км/ч  
Облачность: [ Солнечно и сухо ▼ ]  
Широта: [ 45 ]°N

## Характеристики смеси

Тип смеси: [ Мелкозернистая/с плотным гранулометрическим составом ▼ ]  
Класс связующего по классификации PG: [ 58 ▼ ] [ 34 ▼ ]  
Толщина слоя: [ 75 ] мм  
Температура укладки: [ 150 ]°C

## Существующая поверхность

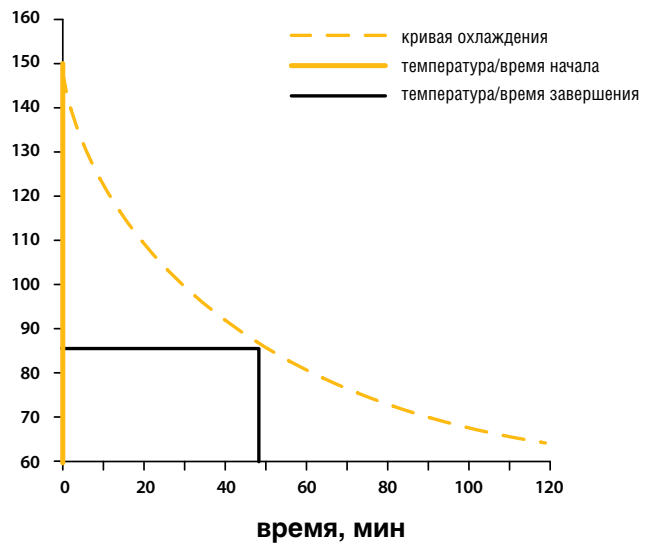
Тип материала: [ Основание из зернистых материалов ▼ ]  
Состояние материала: [ Сухой ▼ ] [ Незамерзающий ▼ ]  
Температура поверхности: [ 5 ]°C

## Рекомендуемые значения времени

Начало укатки: [ 0 ] мин после укладки  
Завершение укатки: [ 49 ] мин после укладки

Units  SI  English

## Температура асфальтобетонной смеси, °C



И наконец, температура окружающего воздуха снизилась до 5°C (41°F). Запас времени на уплотнение еще более снизился, достигнув 49 минут. Очевидно, что снижение температуры окружающего воздуха снижает запас времени на уплотнение, хотя и не в столь сильной степени, как снижение толщины слоя.

Дата/время начала [ 17/6/2011 ▼ ] [ 11:52 AM ]

## Окружающие условия

Температура воздуха: [ 16 ]°C  
Скорость ветра: [ 8 ] км/ч  
Облачность: [ Солнечно и сухо ▼ ]  
Широта: [ 45 ]°N

## Характеристики смеси

Тип смеси: [ Мелкозернистая/с плотным гранулометрическим составом ▼ ]  
Класс связующего по классификации PG: [ 58 ▼ ] [ 34 ▼ ]  
Толщина слоя: [ 65 ] мм  
Температура укладки: [ 150 ]°C

## Существующая поверхность

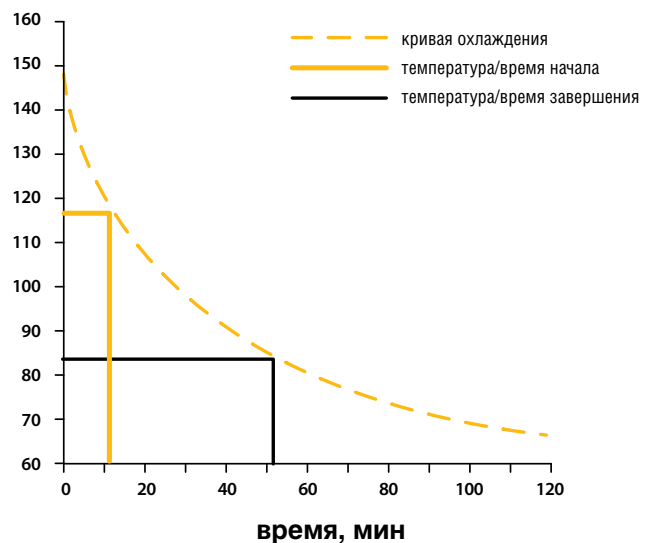
Тип материала: [ Основание из зернистых материалов ▼ ]  
Состояние материала: [ Сухой ▼ ] [ Незамерзающий ▼ ]  
Температура поверхности: [ 16 ]°C

## Рекомендуемые значения времени

Начало укатки: [ 12 ] мин после укладки  
Завершение укатки: [ 52 ] мин после укладки

Units  SI  English

## Температура асфальтобетонной смеси, °C



В данном случае температура окружающего воздуха составляет 16°C (61°F). Ведется укладка смеси с плотным гранулометрическим составом слоем толщиной 65 мм (2,5 дюйма). Температура смеси под выглаживающей плитой составляет 150°C (302°F). Из документации следует, что смесь начинает размягчаться при температуре 115°C (239°F) и вновь восстанавливает стабильность при температуре 85°C (185°F). Кривая охлаждения показывает, что имеется 12 минут на уплотнение до вхождения в интервал размягчения. За эти 12 минут желательно достигнуть как можно большей плотности, а затем прервать уплотнение на 40 минут. После исчезновения интервала размягчения при необходимости дальнейшего повышения плотности обычно используется высокая частота с низкой амплитудой. Может также потребоваться лишь статическое уплотнение для удаления следов от вальцов. В данном случае, как и ранее, знание запаса времени на уплотнение до вхождения в зону размягчения помогает определить схему укатки, а также число катков и их тип.

**[ СРАВНИТЕЛЬНАЯ КАРТА ДАННЫХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АМПЛИТУДЫ ]**

В разделе 2 было дано определение амплитуды как расстояния, на которое валец, двигаясь вниз, погружается в уплотняемый слой, а также было указано, что ударное усилие, создаваемое движением вальца, вносит основной вклад в повышение плотности асфальтового слоя. Также указывалось, что слишком большая амплитуда может вызвать повреждение асфальтового слоя. Правильный выбор амплитуды является важным этапом процесса планирования любых работ по уплотнению асфальта.

Оператор катка, работник, отвечающий за контроль качества, или инспектор должен составить сравнительную карту данных в отношении факторов, рассмотренных в разделе 3. Эта карта может быть составлена в письменной форме или просто продумана, но каждый фактор должен быть учтен. Ниже приведен пример такой карты.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ КАРТА ДАННЫХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АМПЛИТУДЫ**

<b>Фактор</b>	<b>Низкое усилие</b>	<b>Высокое усилие</b>
Толщина слоя	< 50 мм (2 дюйма)	> 50 мм (2 дюйма)
Дорожное основание	Жесткое	Нежесткое
Вязкость связующего	Низкая	Высокая
Форма заполнителей	Окатанная	Неокатанная
Температура окружающего воздуха	Высокая	Низкая

Эта карта помогает связать воедино все рассмотренные в разделе 3 факторы, оказывающие влияние на уплотнение, и определить, какое усилие уплотнения необходимо применять на конкретном объекте. В левой колонке значений приведены факторы, указывающие на необходимость выбора средней амплитуды. В правой колонке значений приведены факторы, указывающие на необходимость выбора средней или высокой амплитуды.

Как правило, при толщине слоя менее 50 мм (2 дюйма) высокая энергия уплотнения не применяется. Поэтому обычно выбирают значения амплитуды в диапазоне от 0,25 мм до 0,6 мм (0,01-0,025 дюйма). Когда толщина асфальтового слоя превышает 50 мм (2 дюйма), слой способен воспринимать более высокую энергию уплотнения и следует выбирать амплитуду 0,6 мм (0,025 дюйма) или выше.

Тип основания, на которое укладывается покрытие, влияет на выбор амплитуды. Если

основание жесткое, например фрезерованная поверхность или существующее асфальтовое покрытие, слишком большая энергия уплотнения будет с большей вероятностью вызывать отскок вальца. Если покрытие уложено на зернистый материал или стабилизированное грунтовое основание, то основания такого типа более податливы. В таких случаях следует выбирать более высокие значения амплитуды, поскольку нежесткое основание будет поглощать часть энергии уплотнения.

Также необходимо учитывать тип битумного вяжущего, используемого в составе данной конкретной смеси. Если битумное вяжущее модифицировано, например, волокнами или латексным каучуком, оно будет иметь высокую вязкость, смесь будет жесткой и потребует большего усилия уплотнения. Немодифицированное битумное вяжущее имеет более низкую вязкость, и такая смесь будет нуждаться в более низкой энергии уплотнения для достижения требуемой плотности.

## ФАКТОРЫ

Следует всегда учитывать форму заполнителей в составе смеси. В большинстве случаев смеси для дорог с высокой интенсивностью движения содержат заполнители в виде щебня с изломанной поверхностью.

Заполнители неокатанной формы создают высокое внутреннее трение. Для того чтобы обеспечить перемещение таких каменных материалов и устранение пустот, следует выбрать более высокие значения амплитуды.

Смеси для устройства уличных дорожных покрытий и автостоянок в большинстве случаев содержат заполнители окатанной формы. Поскольку такие заполнители перемещаются более легко, для таких смесей требуется более низкая энергия уплотнения.

Погодные условия являются последним фактором, входящим в состав карты данных. В жаркую солнечную погоду асфальтовый слой удерживает тепло дольше и благодаря наличию большего запаса времени можно использовать более низкие усилия уплотнения.

При низких температурах окружающего воздуха и в ветреную погоду асфальтовый слой остывает быстро. Для того чтобы достичь требуемой плотности прежде, чем температура слоя снизится слишком сильно, следует выбирать наиболее высокую амплитуду, что позволит быстро набрать плотность. Ниже приведены два примера, показывающие, какую пользу могут привести перечни контрольных вопросов.

### [ ПРИМЕР 1 ВЫБОРА АМПЛИТУДЫ ]

#### СРАВНИТЕЛЬНАЯ КАРТА ДАННЫХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АМПЛИТУДЫ

Фактор	Низкое усилие	Высокое усилие
Толщина слоя	40 мм (1,6 дюйма)	–
Дорожное основание	Фрезерованная поверхность	–
Вязкость связующего	–	Высокая
Форма заполнителей	–	Щебень
Температура окружающего воздуха	–	10°C (50°F)

На данном рабочем объекте асфальтоукладчик укладывает слоем толщиной 40 мм (1,6 дюйма) асфальт с плотным гранулометрическим составом, полимерно-модифицированным битумным вяжущим, заполнителями наибольшей крупности 12,5 мм (1/2 дюйма). Все заполнители имеют изломанные поверхности. Укладывается один слой асфальта на фрезерованную поверхность. Составленный контрольный перечень для выбора амплитуды показывает, что два фактора указывают на необходимость применения пониженных усилий, а три фактора — на необходимость применения повышенных усилий.

Означает ли это, что следует выбрать амплитуду в диапазоне от средней до высокой?

В данном случае, пожалуй, следует выбрать амплитуду в диапазоне от низкой до средней. При толщине слоя менее 50 мм (2 дюйма) и жестком основании высокоамплитудная энергия не будет воспринята слоем. Иногда определенные факторы, особенно толщина слоя, в сравнительной карте данных для выбора амплитуды играют более важную роль, чем другие факторы. Правильный выбор амплитуды — это не всегда легкая задача. Следует помнить общее правило выбора амплитуды: выбирайте наиболее высокую амплитуду, которая может быть воспринята уплотняемым слоем без отскока вальца или повреждения слоя.

## [ ПРИМЕР 2 ВЫБОРА АМПЛИТУДЫ ]

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ КАРТА ДАННЫХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АМПЛИТУДЫ

<b>Фактор</b>	<b>Низкое усилие</b>	<b>Высокое усилие</b>
Толщина слоя	–	75 мм (3 дюйма)
Дорожное основание	–	Зернистое
Вязкость связующего	–	Высокая
Форма заполнителей	–	Щебень
Температура окружающего воздуха	32°C (90°F)	–

В случае данного объекта выбрать амплитуду сравнительно легко. На зернистый материал в качестве первого слоя толщиной 75 мм (3 дюйма) укладывается асфальт с плотным гранулометрическим составом. В состав смеси входит битумное вяжущее с высокой вязкостью и щебень с изломанной поверхностью крупностью до 19 мм (3/4 дюйма). Работы ведутся в жаркую погоду. Четыре фактора говорят в пользу выбора высокого усилия

уплотнения. Только высокая температура является фактором, говорящим в пользу выбора низкого усилия. Этот асфальтовый слой способен воспринять высокую амплитуду по нескольким причинам. Во-первых, слой является достаточно толстым. Во-вторых, и, что очень важно, отношение толщины слоя к размеру заполнителей наибольшей крупности составляет 4:1.

**Обобщающие выводы.** Знание факторов, влияющих на уплотнение асфальта, абсолютно необходимо для операторов, работников, отвечающих за контроль качества, и инспекторов. Большая часть информации о составе смеси содержится в документе о составе асфальтобетонной смеси, который можно получить на асфальтобетонном заводе. Информация о толщине слоя и типе основания для каждого слоя содержится на планах поперечного профиля. Единственным фактором, который нужно анализировать в каждую смену, являются погодные условия.

Если вы соберете достаточно информации и будете знать, как ее интерпретировать, решения, принимаемые вами и вашей бригадой в отношении процесса уплотнения, будут более верными. Если полагаться только на прежние результаты или опыт, можно упустить новую ценную информацию.

Знания, приобретенные вами в отношении сил, вызывающих уплотнение, и факторов, оказывающих влияние на уплотнение, помогут вам правильно организовать процесс уплотнения. Этой теме посвящен раздел 4.





## Раздел 4

# ТЕХНОЛОГИИ И НОРМАТИВЫ

Правильная организация процесса уплотнения является залогом успешного выполнения проекта. Ниже излагаются соответствующие процедуры, используемые в случае нормативов, регламентирующих как технологию, так и конечный результат.







*Каток Cat CD54, выполняющий начальный этап уплотнения*

В разделах 2 и 3 были рассмотрены силы, вызывающие уплотнение, и другие факторы, оказывающие влияние на уплотнение асфальта. Раздел 4 посвящен вопросам организации процесса уплотнения в соответствии с проектными требованиями к производительности, плотности и ровности покрытия.

Раздел 4 содержит два подраздела. В первом подразделе рассматривается организация процесса уплотнения, руководствуясь нормативами, регламентирующими технологию

ведения работ, т. е. регламентирующими тип оборудования, рабочую скорость, число проходов и другие факторы. Во втором подразделе рассматривается организация процесса уплотнения, руководствуясь нормативами, регламентирующими конечный результат. Другими словами, члены бригады и персонал, отвечающий за контроль качества, определяют типы оборудования и схемы укатки, которые обеспечат достижение требуемой плотности покрытия и требуемой производительности ведения работ.

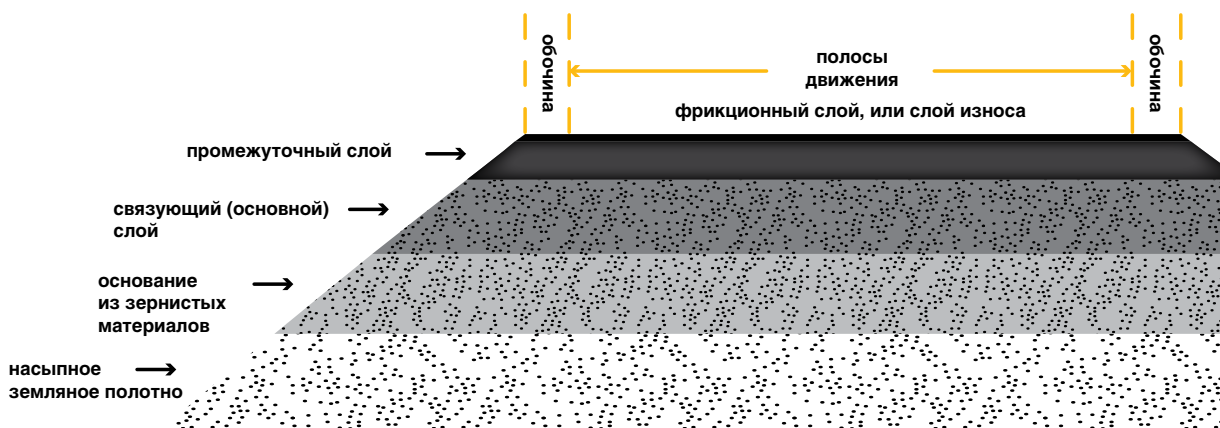
## Подраздел I: НОРМАТИВЫ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЮ РАБОТ

Информация в подразделе I основана на исследованиях, проведенных в Центральной лаборатории по мостам и дорогам в Париже, Франция. На основе этих общепризнанных исследований разработаны нормативы,

регламентирующие тип уплотнительного оборудования, число проходов и рабочую скорость для различных слоев асфальтобетонных покрытий.

### ПОПЕРЕЧНОЕ СЕЧЕНИЕ ДОРОГИ

- Тонкий слой износа (Wc1) - 3-5
- Стандартный слой износа (Wc2) - 6-9 см
- Промежуточный слой (Ic) - 6-9 см
- Связующий слой (Bc1) - 8-12 см
- Связующий слой (Bc2) - 12-15 см



### [ ТИП СЛОЯ ]

Данными нормативами предусматриваются пять категорий слоев. Тонкий слой износа (Wc1) имеет толщину 3-5 см. Стандартный слой износа (Wc2) имеет толщину 6-9 см.

Связующий (промежуточный) слой имеет толщину 6-9 см.

Предусмотрены два типа основных слоев. Стандартный основной слой (Bc1) имеет толщину 8-12 см. Опционный слой (Bc2) имеет толщину 12-15 см.

Как отмечалось в разделе 2, каждый из этих типов слоев обычно отличается от других типом смеси и толщиной. Поэтому для каждого слоя требуется свое, отличное от других усилие уплотнения.



**[ ШИРИНА ПОЛОСЫ УПЛОТНЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ШИРИНЫ ВАЛЬЦА ]**

Взаимосвязь между шириной вальца и шириной полосы уплотнения является важным фактором. Для того чтобы обеспечить требуемую производительность процесса устройства покрытия, ширина вальца должна быть такой, чтобы для охвата всей полосы требовалось не более трех параллельных проходов с захватом соседней полосы. Ширина захвата предполагается равной не менее 15 см. Если имеющийся каток не способен охватить полосу по всей ширине за три прохода с захватами, следует использовать еще один каток.

Следующая таблица может служить руководством, показывающим, сколько катков с определенной шириной вальцов требуется в зависимости от ширины уплотняемой полосы. Ячейки с серым фоном указывают на необходимость использования по крайней мере еще одного катка или катка с большей шириной вальцов, для того чтобы обеспечить требуемую производительность. Например, один каток с шириной вальцов 170 см можно эффективно применять для уплотнения полос шириной до 4,5 м.

**ТРЕБУЕМОЕ ЧИСЛО КАТКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ШИРИНЫ ДОРОГИ (ПОЛОСЫ УПЛОТНЕНИЯ)**

Ширина полосы уплотнения (метры)	Ширина вальца				
	150 мм	170 мм	200 мм	210 мм	300 мм
3,3	1	1	1	1	1
3,6	1	1	1	1	1
3,9	1	1	1	1	1
4,2	2	1	1	1	1
4,5	2	1	1	1	1
4,8	2	2	1	1	1
5,1	2	2	1	1	1
5,4	2	2	1	1	1
5,7	2	2	2	1	1
6	2	2	2	2	1
7	2	2	2	2	1
8	2	2	2	2	1
9	3	2	2	2	2

*Примечание.* Катки с боковым смещением вальцов на максимальную ширину рекомендуется применять только при уплотнении тонких слоев износа.

### [ КЛАССИФИКАЦИЯ КАТКОВ ]

Согласно французской системе, вибрационные вальцовые катки классифицируются по статической линейной нагрузке на один валец и амплитуде колебаний вальца. В основе классификации лежит формула в виде линейной нагрузки (в килограммах на сантиметр), помноженной на корень квадратный номинальной амплитуды.

Большинство виброкатков допускает работу с более чем одной амплитудой. Поэтому при изменении амплитуды класс, к которому относится каток, может поменяться.

#### Пример виброкатка

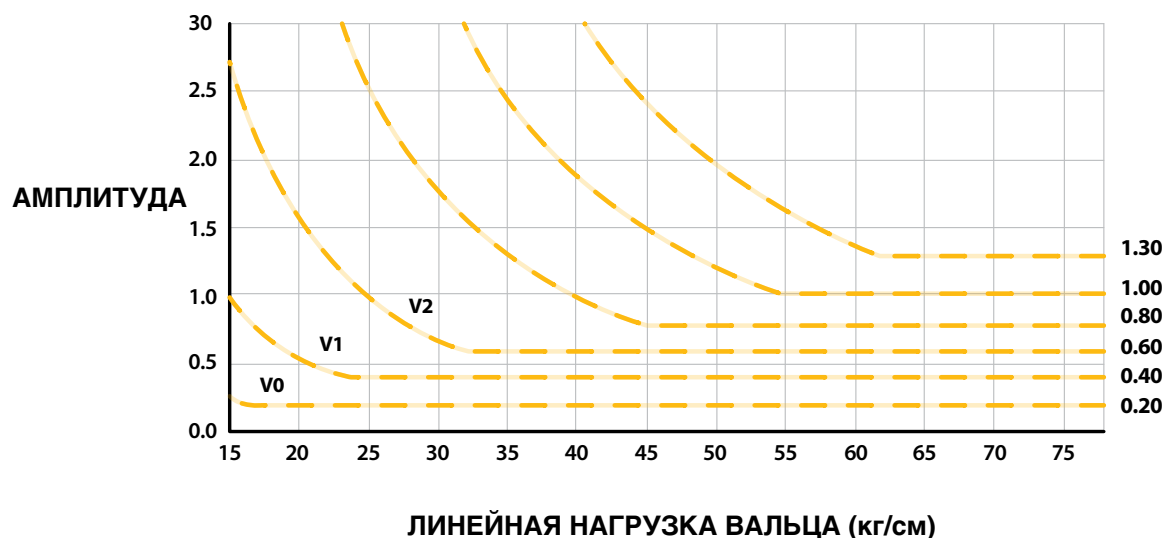
4680 кг (весовая нагрузка на валец) / 170 см (ширина вальца) = 27,5 кг/см  
 27,5 кг/см x корень квадратный 0,62 мм = 21,7  
 21,7 = класс V1

### [ КЛАССЫ ВИБРОКАТКОВ ]

Каток, данные которого приведены в следующей таблице, имеет возможность выбора трех амплитуд. Изменение амплитуды приводит к изменению класса катка. Катки класса

VO имеют сравнительно низкую энергию уплотнения. Катки класса V1 имеют среднюю энергию уплотнения. Катки класса V2 имеют высокую энергию уплотнения.

Диапазон	Низкий	Средний	Высокий
амплитуда (АО) (мм)	0,34	0,80	1,05
линейн. нагр. вальца (кг/см)	27,50	27,50	27,50
линейн. нагр. x кв. корень АО =	16,04	24,60	28,18
классификация	<b>VO</b>	<b>V1</b>	<b>V2</b>



Эти графики показывают диапазоны различных классов катков в зависимости от линейной нагрузки вальца и амплитуды. Из практических соображений в нормативах, регламентирующих технологию ведения работ, используются только три классификационных диапазона: V0, V1 и V2.

Предусмотрены два класса пневмоколесных катков. В основу этой классификации пневмокотков положено частное от деления полной массы (в тоннах) на число колес.

### Пример пневмокотка

21 т (масса машины) / 7 (число колес) = 3 т/колесо  
3 т/колесо = класс P1

### Классы пневмокотков

#### Класс

P0  
P1

#### Масса на одно колесо

Более 1,5 т и менее 2,5 т  
Более 2,5 т и менее 4,0 т

	Wc1		Wc2		Ic		Bc1		Bc2	
	число проходов	скорость	число проходов	скорость	число проходов	скорость	число проходов	скорость	число проходов	скорость
<b>класс P0</b>	18	6								
<b>класс P1</b>	14	6	20	6						
<b>класс V2</b>			4	4	5	4	15	4	25	3
<b>класс V1</b>	4	4	8	4	7	4				
<b>класс V0</b>	7	4								

*Примечание:* скорость в км/ч.

## [ ВЫБОР КЛАССА МАШИНЫ ]

Нормативы, регламентирующие технологию работ, имеют своей целью представление информации в отношении класса машины и типов слоев в виде справочной таблицы, которой может руководствоваться пользователь при выборе типа машин, числа проходов и рабочей скорости. В верхней части таблицы указываются пять типов слоев: тонкий слой износа (Wc1); толстый слой износа (Wc2); промежуточный слой (Ic); стандартный основной слой (Bc1) и толстый основной слой (Bc2).

Классы машин приведены в левой части таблицы. Легкий пневмокоток относится к классу P0. Тяжелый пневмокоток относится к классу P1. Также указаны три класса виброкотков: класс с наиболее высокой энергией вибраций (V2), класс со средней энергией вибраций (V1) и класс с наиболее низкой энергией вибраций (V0).

Для уплотнения тонких слоев износа (Wc1) пневмокоток класса P0 должен сделать 18 проходов со скоростью 6 км/ч. В случае использования пневмокотка класса P1 он должен будет сделать 14 проходов со

скоростью 6 км/ч. Виброкоток класса V1 должен сделать четыре прохода со скоростью 4 км/ч. Виброкоток класса V0 должен сделать семь проходов со скоростью 4 км/ч. Следует иметь в виду, что применение катков класса V2 для уплотнения тонких слоев износа не допускается.

На толстых слоях износа (Wc2) не разрешается применять пневмоколесные катки класса P0. Пневмоколесные катки класса P1 должны будут выполнить 20 проходов со скоростью 6 км/ч. Виброкотки класса V2 должны выполнить четыре прохода со скоростью 4 км/ч. Виброкотки класса V1 должны выполнить восемь проходов со скоростью 4 км/ч. Таблица дает конкретные указания по каждому классу машин и каждому типу слоев покрытия.

Другие рабочие инструменты, такие как программа Cat® Interactive Production Calculator, могут помочь определить требуемое число катков, исходя из скорости укладки, ширины слоя и ширины вальца катка.



КАЛЬКУЛЯТОР УПЛОТНЕНИЯ

Грузовой транспорт
Скорость асфальтоукладчика
<b>Уплотнение</b>
Используемый материал
Уклон
Толщина
Сводные данные по объекту
Законодательство

Модель катка: [ Щелкните мышью для выбора другой модели ] [ **CB534D** ]

Тип слоя: [ Щелкните мышью для выбора типа слоя ] [ **Стандартный слой износа 0/10 - 6-9 см** ]

Общие исходные данные

Производительность асфальтосмесительной установки:	[ <b>160</b> ] т/ч
Толщина слоя:	[ <b>65</b> ] мм
Ширина полосы уплотнения:	[ <b>4,00</b> ] м
Фактическая ширина вальца:	[ <b>170</b> ] см
[ Щелкните мышью для изменения коэффициента использования рабочего времени катка ]	[ <b>77</b> ] %
Фактическая скорость катка:	[ <b>4</b> ] км/ч
Суммарное число проходов:	[ <b>4</b> ]
Требуемое число катков (исходя из ширины):	[ <b>1</b> ]
Требуемое число катков (исходя из скорости):	[ <b>1</b> ]
<b>Требуемое число катков:</b>	[ <b>1</b> ]

<b>Выход</b>
--------------

В одну из версий программы Cat Interactive Production Calculator были заложены формулы и требования нормативов по технологии работ, разработанных Центральной лабораторией по мостам и дорогам, Париж, Франция, для выбора катков и схем укатки. В первом примере производительность составляет 160 т/ч. Проект предусматривает устройство слоя износа стандартной толщины, имеющего толщину 65 мм и ширину 4 м. Число проходов и рабочая скорость выбираются автоматически на основе таблиц нормативов, регламентирующих технологию. Результаты расчетов, выполненных программой, показывают, что один каток с шириной вальца 170 см способен обеспечить соблюдение требования к ширине полосы уплотнения и требования к производительности. Что произойдет в случае повышения производительности?



КАЛЬКУЛЯТОР УПЛОТНЕНИЯ

Грузовой транспорт
Скорость асфальтоукладчика
<b>Уплотнение</b>
Используемый материал
Уклон
Толщина
Сводные данные по объекту
Законодательство

Модель катка: [ Щелкните мышью для выбора другой модели ] [ CB534D ]

Тип слоя: [ Щелкните мышью для выбора типа слоя ] [ Стандартный слой износа 0/10 - 6-9 см ]

Общие исходные данные

Производительность асфальтосмесительной установки:	[ 200 ]	т/ч
Толщина слоя:	[ 65 ]	мм
Ширина полосы уплотнения:	[ 4,00 ]	м
Фактическая ширина вальца:	[ 170 ]	см
[ Щелкните мышью для изменения коэффициента использования рабочего времени катка ]	[ 77 ]	%
Фактическая скорость катка:	[ 4 ]	км/ч
Суммарное число проходов:	[ 4 ]	
Требуемое число катков (исходя из ширины):	[ 1 ]	
Требуемое число катков (исходя из скорости):	[ 2 ]	
<b>Требуемое число катков:</b>	[ 2 ]	

**Выход**

Расчеты показывают, что в случае увеличения часовой производительности со 160 т/ч до 200 т/ч потребуются уже два катка, для того чтобы справиться с увеличением объема укладываемой смеси. Следует помнить, что данный калькулятор запрограммирован на выбор рабочей скорости и числа проходов, исходя из типа слоя и его толщины.



## КАЛЬКУЛЯТОР УПЛОТНЕНИЯ

<b>Грузовой транспорт</b> <b>Скорость асфальтоукладчика</b> <b>Уплотнение</b> <b>Используемый материал</b> <b>Уклон</b> <b>Толщина</b> <b>Сводные данные по объекту</b> <b>Законодательство</b>	Модель катка: [ Щелкните мышью для выбора другой модели ] [ <b>CB534D</b> ]
	Тип слоя: [ Щелкните мышью для выбора типа слоя ] [ <b>Связующий слой 0/12 (Bc2) - 12-15 см</b> ]
	<b>Общие исходные данные</b>
	Производительность асфальтосмесительной установки: [ <b>200</b> ] т/ч
	Толщина слоя: [ <b>125</b> ] мм
	Ширина полосы уплотнения: [ <b>4,00</b> ] м
	Фактическая ширина вальца: [ <b>170</b> ] см
	[ Щелкните мышью для изменения коэффициента использования рабочего времени катка ] [ <b>77</b> ] %
	Фактическая скорость катка: [ <b>4</b> ] км/ч
	Суммарное число проходов: [ <b>25</b> ]
	Требуемое число катков (исходя из ширины): [ <b>1</b> ]
	Требуемое число катков (исходя из скорости): [ <b>4</b> ]
	<b>Требуемое число катков:</b> [ <b>4</b> ]
<b>Выход</b>	

Интересно посмотреть, сколько катков потребуется при изменении типа слоя на толстый связующий слой (Bc2) толщиной 125 мм. Скорость уплотнения останется прежней в соответствии с нормативами, но число проходов возрастет до 25. Расчеты показывают, что при такой производительности укладки потребуются 4 катка с шириной вальцов 170 см. Кроме того, важно помнить, что это должны быть катки класса V2.

Нормативы, регламентирующие технологию работ, используются во многих регионах и основываются на результатах исследований и опыте предшествующих работ. При необходимости руководствоваться нормативами, регламентирующими технологию работ, этот факт должен быть отражен в планах проекта или инструкциях, публикуемых агентством, контролирующим общественные работы. В случае возникновения каких-либо вопросов в отношении нормативов, регламентирующих технологию работ, всегда

обращайтесь за консультацией к должностным лицам, отвечающим за ведение общественных работ.

Нормативы, регламентирующие конечный результат, дают больше возможностей для выбора бригаде, выполняющей работы. Во втором подразделе раздела 4 рассматривается поэтапная организация процесса уплотнения в соответствии с нормативами, регламентирующими конечный результат.

## Подраздел II: НОРМАТИВЫ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ [ ШИРИНА ВАЛЬЦА ]

При выборе катков для работ на объекте существует одно общее правило, гласящее, что вальцы должны иметь достаточную ширину для того, чтобы охватывать всю ширину полосы уплотнения не более чем за три прохода с захватами. В некоторых ситуациях катку может потребоваться более трех проходов. В таких случаях следует использовать еще один каток. Это общее правило распространяется на такие объекты дорожного строительства, как скоростные автомагистрали, дороги и центральные улицы, где обычно важным фактором является

производительность. Это правило обычно не распространяется на такие объекты, как автостоянки или объекты с низкой производительностью работ. Ниже приведена справочная таблица, которая используется для выбора правильной ширины вальца, исходя исключительно из охвата полосы уплотнения не более чем за три прохода с захватами. Указанные значения ширины вальцов являются минимальными и максимальными значениями, типичными для объектов с высокой производительностью работ.

Требуемое число проходов с захватом соседней полосы в зависимости от ширины вальца					
Ширина полосы уплотнения Метры / футы	Ширина вальца				
	140 см (55 дюймов)	150 см (59 дюймов)	170 см (67 дюймов)	200 см (79 дюймов)	213 см (84 дюйма)
2,5 / 8	2	2	2		
2,75 / 9	3	3	2		
3,00 / 10	3	3	3	2	2
3,35 / 11	3	3	3	2	2
3,70 / 12	(4)	3	3	2	2
4,00 / 13			3	3	2
4,25 / 14			3	3	3
4,50 / 15				3	3
4,80 / 16				3	3
5,20 / 17				3	3
5,50 / 18					3

**Примечание 1.** Применять модели с более широкими вальцами на объектах с небольшой шириной полосы уплотнения (менее 3 м / 10 футов) не рекомендуется, поскольку повороты широких вальцов на узких полосах могут вызывать деформацию слоя.

**Примечание 2.** Некоторые двухвальцовые асфальтовые катки допускают боковое смещение вальцов. Боковое смещение вальцов значительно повышает ширину полосы уплотнения катком. Например, каток Cat CD54 имеет ширину вальца 170 см (67 дюймов). При максимальном боковом смещении ширина полосы уплотнения катка CD54 достигает

300 см (118 дюймов). Компания Caterpillar рекомендует прибегать к боковому смещению вальцов только при уплотнении слоев толщиной менее 50 мм (2 дюйма), если на начальном этапе уплотнения требуется обеспечить заданную плотность.

Ширина вальца играет наиболее важную роль для первого катка, следующего за асфальтоукладчиком. В целом процесс уплотнения делится на три этапа: начальный, промежуточный и заключительный. На каждом этапе используются различные типы уплотнительного оборудования и различные технологии уплотнения.



## [ НАЧАЛЬНОЕ УПЛОТНЕНИЕ ]

Начальное уплотнение - это первый этап в процессе уплотнения, в ходе которого требуется достичь плотности, близкой к конечной. Например, если для заключительного этапа уплотнения требуемая плотность составляет 95% теоретической максимальной плотности, то на начальном этапе уплотнения требуется достичь по крайней мере 91-93% теоретической максимальной плотности.

Начальное уплотнение следует начинать при как можно более высокой температуре уплотняемого материала, при которой он может выдерживать вес катка без деформации слоя. Следует помнить, что, как только слой начнет остывать, битумное вяжущее в составе смеси

загустеет и повышение плотности усложнится. Поэтому начальный этап уплотнения должен происходить в зоне, очень близкой к асфальтоукладчику. Асфальтоукладчик и каток (-ки), выполняющие начальный этап уплотнения, должны иметь одинаковую производительность.

**Примечание.** Значения скорости строительства дорожных покрытий, используемые в данном разделе, основаны на совместной работе с асфальтоукладчиками, выглаживающая плита которых оказывает вибрационное действие, но не вибрационное и трамбующее действие.



На начальном этапе каток работает близко к асфальтоукладчику.



Начальное уплотнение обычно осуществляют вибрационными жестковальцовыми катками.

Для начального этапа уплотнения обычно выбирают вибрационные жестковальцовые катки. Поскольку вибрационные катки оказывают комбинированное статическое и ударное воздействие, они, как правило, имеют наиболее высокую производительность. Иногда на начальном этапе используют пневмоколесные катки для уплотнения основных или связующих слоев.

Вибрационные катки различаются по своим вибрационным характеристикам и ширине вальцов. От правильности выбора режима работы вибрационной системы оператором зависит соответствие производительности катка производительности асфальтоукладчика на начальном этапе. Рассмотрим некоторые примеры расчетов, выполненных при помощи программы Cat Interactive Production Calculator.

## КАЛЬКУЛЯТОР СКОРОСТИ АСФАЛЬТОУКЛАДЧИКА

<b>Грузовой транспорт</b>	<b>Общие исходные данные</b>		
<b>Скорость асфальтоукладчика</b>	Толщина слоя:	[ 2,00 ] дюйма	[ 50,8 ] мм
<b>Уплотнение</b>	Ширина полосы уплотнения:	[ 12,00 ] футов	[ 3,658 ] м
<b>Валкование</b>	Плотность материала до уплотнения:	[ 130 ] фунт/куб. фут	[ 2082 ] кг/м³
<b>Темп укладки</b>	<b>Скорость асфальтоукладчика при заданной производительности</b>		
<b>Уклон</b>	Производительность асфальтосмесительной установки:	[ 200 ] кор. тонн/ч	[ 181 ] т/ч
<b>Толщина</b>	Расчетная скорость укладки - эффективность 100%:	[ 25,6 ] фут/мин	[ 7,81 ] м/мин
<b>Сводные данные по объекту</b>	Расчетная скорость укладки - эффективность 95%:	[ 26,9 ] фут/мин	[ 8,20 ] м/мин
<b>Законодательство</b>	Расчетная скорость укладки - эффективность 90%:	[ 28,2 ] фут/мин	[ 8,59 ] м/мин
	Расчетная скорость укладки - эффективность 85%:	[ 29,4 ] фут/мин	[ 8,98 ] м/мин
	Расчетная скорость укладки - эффективность 80%:	[ 30,7 ] фут/мин	[ 9,37 ] м/мин
	Расчетная скорость укладки - эффективность 75%:	[ 32,0 ] фут/мин	[ 9,76 ] м/мин
<b>Выход</b>	<b>Эффективная скорость укладки:</b>	[ 25,6 ] фут/мин	[ 7,81 ] м/мин

В этом примере производительность составляет 181 т/ч (200 кор. тонн в час). Ширина полосы уплотнения составляет 3,66 м (12 футов), а толщина - 50 мм (2 дюйма). Плотность материала после выглаживающей плиты (с использованием только энергии вибраций) составляет 2082 кг/м³ (130 фунт/куб. фут). Если на объекте используется перегружатель материала, фактическая скорость укладки может быть уменьшена до 7,8 м/мин (25,6 фут/мин). Если смесь загружается в асфальтоукладчик напрямую из самосвалов, фактическая скорость укладки, согласно расчетам, составляет 9,8 м/мин (32 фут/мин). При эффективности использования рабочего времени 75% эффективная скорость составит 7,8 м/мин (25,6 фут/мин). Таким образом, производительность катка, осуществляющего начальное уплотнение, должна быть достаточно высока для того, чтобы соответствовать эффективной скорости укладки.





## КАЛЬКУЛЯТОР УПЛОТНЕНИЯ

<b>Грузовой транспорт</b>	Модель катка: [ Щелкните мышью для выбора другой модели ] [ <b>CB54</b> ]
<b>Скорость асфальтоукладчика</b>	
<b>Уплотнение</b>	<b>Общие исходные данные</b>
<b>Валкование</b>	Ширина полосы уплотнения: [ <b>12,00</b> ] футов [ <b>3,658</b> ] м
<b>Темп укладки</b>	Фактическая ширина вальца: [ <b>67</b> ] дюймов [ <b>170,18</b> ] см
<b>Уклон</b>	Величина захвата: [ <b>6,0</b> ] дюймов [ <b>15,2</b> ] см
<b>Толщина</b>	Частота вибровозбудителя: [ <b>2520</b> ] коп./мин [ <b>2520</b> ] коп./мин
<b>Сводные данные по объекту</b>	Шаг нанесения ударов (рекомендуемый): [ <b>11</b> ] на фут [ <b>36</b> ] на метр
<b>Законодательство</b>	<b>Число проходов катка для однократного охвата полосы уплотнения по ширине:</b> [ <b>3</b> ]
	Число проходов по одному следу (по результатам пробной укатки): [ <b>2</b> ]
	<b>Суммарное число проходов:</b> [ <b>7</b> ]
	Коэффициент использования рабочего времени (рекомендуется 75-85%): [ <b>80</b> ] %
	<b>Эффективная скорость асфальтоукладчика</b>
	<b>Фактическая скорость катка:</b> [ <b>229</b> ] фут/мин [ <b>70</b> ] м/мин [ <b>25,6</b> ] фут/мин
<b>Выход</b>	<b>Эффективная скорость катка*:</b> [ <b>26</b> ] фут/мин [ <b>8</b> ] м/мин [ <b>7,81</b> ] фут/мин

\* Эффективная скорость катка должна составлять не менее 100% и не более 115% эффективной скорости асфальтоукладчика. [ % = 102 ]

В этом примере участвует асфальтовый каток Cat CB54. Каток CB54 оснащен вальцами шириной 170 см (67 дюймов), которые охватывают полосу уплотнения по ширине за три прохода с захватами. Выбрана низкая частота 42 Гц (2520 колебаний в минуту). Из опыта пробного уплотнения такой же смеси известно, что для набора требуемой плотности на начальном этапе достаточно двух проходов катка по одному следу. Три прохода с захватами и два прохода по одному следу формируют схему укатки из семи проходов. Коэффициент использования рабочего времени составляет 80% с учетом остановок для заправки водой и остановок для реверсирования направления движения. Фактическая рабочая скорость 70 м/мин (229 фут/мин) будет соответствовать эффективной скорости укатки. Калькулятор производительности также показывает, что шаг нанесения ударов вполне укладывается в желательные границы, составляющие 26-46 ударов на метр (8-14 ударов на фут).



## КАЛЬКУЛЯТОР СКОРОСТИ АСФАЛЬТОУКЛАДЧИКА

<b>Грузовой транспорт</b> <b>Скорость асфальтоукладчика</b> Уплотнение Валкование Темп укладки Уклон Толщина Сводные данные по объекту Законодательство	<b>Общие исходные данные</b> Толщина слоя: [ 2,00 ] дюйма [ 50,8 ] мм Ширина полосы уплотнения: [ 12,00 ] футов [ 3,658 ] м Плотность материала до уплотнения: [ 130 ] фунт/куб. фут [ 2082 ] кг/м³
	<b>Скорость асфальтоукладчика при заданной производительности</b> Производительность асфальтосмесительной установки: [ 276 ] кор. тонн/ч [ 250 ] т/ч Расчетная скорость укладки - эффективность 100%: [ 35,4 ] фут/мин [ 10,80 ] м/мин Расчетная скорость укладки - эффективность 95%: [ 37,2 ] фут/мин [ 11,34 ] м/мин Расчетная скорость укладки - эффективность 90%: [ 38,9 ] фут/мин [ 11,88 ] м/мин Расчетная скорость укладки - эффективность 85%: [ 40,7 ] фут/мин [ 12,42 ] м/мин Расчетная скорость укладки - эффективность 80%: [ 42,5 ] фут/мин [ 12,96 ] м/мин Расчетная скорость укладки - эффективность 75%: [ 44,2 ] фут/мин [ 13,50 ] м/мин
	<b>Выход</b> Эффективная скорость укладки: [ 35,4 ] фут/мин [ 10,80 ] м/мин

Что произойдет, если производительность повысится, составив, скажем, 250 т/ч (276 кор. тонн в час)? Расчет скорости асфальтоукладчика показывает, что с увеличением количества смеси, укладываемой в час, скорость укладки повышается, если толщина и ширина укладываемого слоя не изменяются. После повышения часовой производительности до 250 т/ч (276 кор. тонн в час) эффективная скорость повышается до 10,8 м/мин (35,4 фут/мин).





**КАЛЬКУЛЯТОР УПЛОТНЕНИЯ**

<b>Грузовой транспорт</b>
<b>Скорость асфальтоукладчика</b>
<b>Уплотнение</b>
<b>Валкование</b>
<b>Темп укладки</b>
<b>Уклон</b>
<b>Толщина</b>
<b>Сводные данные по объекту</b>
<b>Законодательство</b>
<b>Выход</b>

Модель катка: [ Щелкните мышью для выбора другой модели ] [ **CB54** ]

**Общие исходные данные**

Ширина полосы уплотнения:	[ <b>12,00</b> ] футов	[ <b>3,658</b> ] м
Фактическая ширина вальца:	[ <b>67</b> ] дюймов	[ <b>170,18</b> ] см
Величина захвата:	[ <b>6,0</b> ] дюймов	[ <b>16,5</b> ] см
Частота вибровозбудителя:	[ <b>2520</b> ] кол./мин	[ <b>2520</b> ] кол./мин
Шаг нанесения ударов (рекомендуемый):	[ <b>8</b> ] на фут	[ <b>26</b> ] на м
<b>Число проходов катка для однократного охвата полосы уплотнения по ширине:</b>	[ <b>3</b> ]	
Число проходов по одному следу (по результатам пробной укладки):	[ <b>2</b> ]	
<b>Суммарное число проходов:</b>	[ <b>7</b> ]	
Коэффициент использования рабочего времени (рекомендуется 75-85%):	[ <b>80</b> ] %	

<b>Фактическая скорость катка:</b>	[ <b>315</b> ] футов/мин	[ <b>96</b> ] м/мин	[ <b>35,4</b> ] футов/мин
	[ <b>36</b> ] футов/мин	[ <b>11</b> ] м/мин	[ <b>10,80</b> ] футов/мин

Эффективная скорость асфальтоукладчика

\* Эффективная скорость катка должна составлять не менее 100% и не более 115% эффективной скорости асфальтоукладчика. [ **% = 102** ]

Дальше важно определить, сможет ли каток, выполняющий начальный этап уплотнения, поддерживать возросшую производительность. Фактическая рабочая скорость катка должна возрасти до 96 м/мин (315 футов/мин) для того, чтобы соответствовать эффективной скорости укладки. При сохранении частоты вибраций 42 Гц (2520 колебаний в минуту) увеличение рабочей скорости до 96 м/мин (315 футов/мин) приводит к тому, что шаг нанесения ударов вальцом становится равным 26 ударов на метр (8 ударов на фут). Такой шаг нанесения ударов является минимально допустимым. Лучше было бы уменьшить шаг нанесения ударов. Один из способов уменьшения шага нанесения ударов заключается в повышении частоты при сохранении прежней рабочей скорости.



## КАЛЬКУЛЯТОР УПЛОТНЕНИЯ

<b>Грузовой транспорт</b>	Модель катка: [ Щелкните мышью для выбора другой модели ] [ <b>CB54</b> ]
<b>Скорость асфальтоукладчика</b>	<b>Общие исходные данные</b>
<b>Уплотнение</b>	Ширина полосы уплотнения: [ <b>12,00</b> ] футов [ <b>3,658</b> ] м
<b>Валкование</b>	Фактическая ширина вальца: [ <b>67</b> ] дюймов [ <b>170,18</b> ] см
<b>Темп укладки</b>	Величина захвата: [ <b>6,5</b> ] дюйма [ <b>16,5</b> ] см
<b>Уклон</b>	Частота вибровозбудителя: [ <b>3800</b> ] кол./мин [ <b>3800</b> ] кол./мин
<b>Толщина</b>	Шаг нанесения ударов (рекомендуемый): [ <b>12</b> ] на фут [ <b>39</b> ] на м
<b>Сводные данные по объекту</b>	<b>Число проходов катка для однократного охвата полосы уплотнения по ширине:</b> [ <b>3</b> ]
<b>Законодательство</b>	Число проходов по одному следу (по результатам пробной укатки): [ <b>2</b> ]
	<b>Суммарное число проходов:</b> [ <b>7</b> ]
	Коэффициент использования рабочего времени (рекомендуется 75-85%): [ <b>80</b> ] %
<b>Выход</b>	<b>Эффективная скорость асфальтоукладчика</b>
	<b>Фактическая скорость катка:</b> [ <b>317</b> ] футов/мин [ <b>97</b> ] м/мин [ <b>35,4</b> ] футов/мин
	<b>Эффективная скорость катка*:</b> [ <b>36</b> ] футов/мин [ <b>11</b> ] м/мин [ <b>10,80</b> ] футов/мин

\* Эффективная скорость катка должна составлять не менее 100% и не более 115% эффективной скорости асфальтоукладчика. [ % = 102 ]

Каток CB54 часто оснащается вибровозбудителем с двумя частотами. Высокая частота на катке CB54 составляет 63,3 Гц (3800 колебаний в минуту). При выборе высокой частоты и рабочей скорости 97 м/мин (317 футов/мин) шаг нанесения ударов составит 39 ударов на метр (12 ударов на фут). Такой шаг нанесения ударов более благоприятен для обеспечения однородной плотности и ровности. Другим решением в данной ситуации может быть увеличение ширины вальцов так, чтобы для охвата уплотняемой полосы по ширине катку было достаточно двух проходов захватами вместо трех.



## КАЛЬКУЛЯТОР УПЛОТНЕНИЯ

<b>Грузовой транспорт</b>	Модель катка: [ Щелкните мышью для выбора другой модели ] [ <b>CB54 XW</b> ]
<b>Скорость асфальтоукладчика</b>	<b>Общие исходные данные</b>
<b>Уплотнение</b>	Ширина полосы уплотнения: [ <b>12,00</b> ] футов [ <b>3,658</b> ] м
<b>Валкование</b>	Фактическая ширина вальца: [ <b>79</b> ] дюймов [ <b>200,66</b> ] см
<b>Темп укладки</b>	Величина захвата: [ <b>6,5</b> ] дюйма [ <b>16,5</b> ] см
<b>Уклон</b>	Частота вибровозбудителя: [ <b>2520</b> ] кол./мин [ <b>2520</b> ] кол./мин
<b>Толщина</b>	Шаг нанесения ударов (рекомендуемый): [ <b>11</b> ] на фут [ <b>36</b> ] на м
<b>Сводные данные по объекту</b>	<b>Число проходов катка для однократного охвата полосы уплотнения по ширине:</b> [ <b>2</b> ]
<b>Законодательство</b>	Число проходов по одному следу (по результатам пробной укатки): [ <b>2</b> ]
	<b>Суммарное число проходов:</b> [ <b>5</b> ]
	Коэффициент использования рабочего времени (рекомендуется 75-85%): [ <b>80</b> ] %
	<b>Эффективная скорость асфальтоукладчика</b>
<b>Выход</b>	<b>Фактическая скорость катка:</b> [ <b>229</b> ] фут/мин [ <b>70</b> ] м/мин [ <b>35,4</b> ] фут/мин
	<b>Эффективная скорость катка*:</b> [ <b>37</b> ] фут/мин [ <b>11</b> ] м/мин [ <b>10,80</b> ] фут/мин

\* Эффективная скорость катка должна составлять не менее 100% и не более 115% эффективной скорости асфальтоукладчика. [ % = 105 ]

Каток с шириной вальцов 200 см (79 дюймов), если таковой имеется, будет охватывать уплотняемую полосу шириной 3,66 м (12 футов) за два прохода с захватами вместо трех. Увеличение ширины вальца приведет к изменению схемы укатки, число проходов которой станет равно пяти вместо семи. Рабочая скорость снизится до 70 м/мин (229 фут/мин). Частота вибраций вновь станет равна 42 Гц (2520 колебаний в минуту). При такой рабочей скорости обеспечивается более приемлемый шаг нанесения ударов - 36 ударов на метр (11 ударов на фут).

Следует помнить, что низкая частота всегда бывает связана с увеличением амплитуды. При уплотнении слоев толщиной 50 мм (2 дюйма) и более требуемая плотность в большинстве случаев достигается быстрее при использовании низкой частоты и амплитуды от средней до высокой.

Правильный выбор катка для начального этапа уплотнения имеет решающее значение для достижения стабильного и приемлемого значения плотности. Для того чтобы убедиться в том, что каток будет соответствовать скорости укладки, необходимо предпроектное планирование.



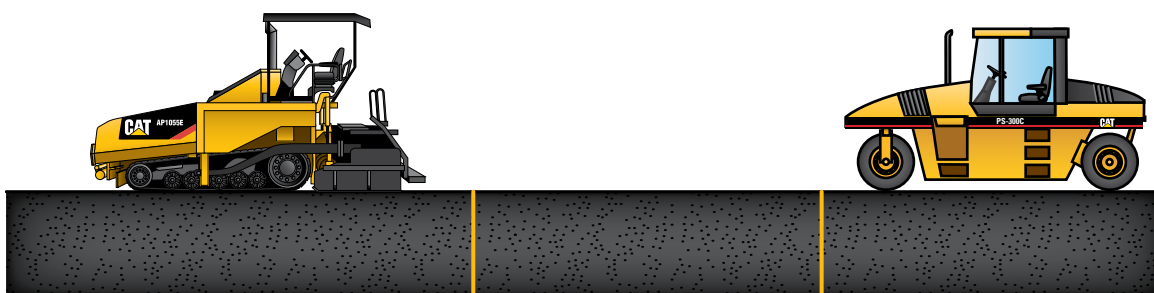
## [ ПРОМЕЖУТОЧНОЕ УПЛОТНЕНИЕ ]

Промежуточное уплотнение для большинства смесей начинается сразу после завершения начального этапа. Цель промежуточного уплотнения заключается в достижении конечной требуемой плотности слоя и начале процесса устранения следов на поверхности, оставленных катком, выполнявшим начальный этап уплотнения.

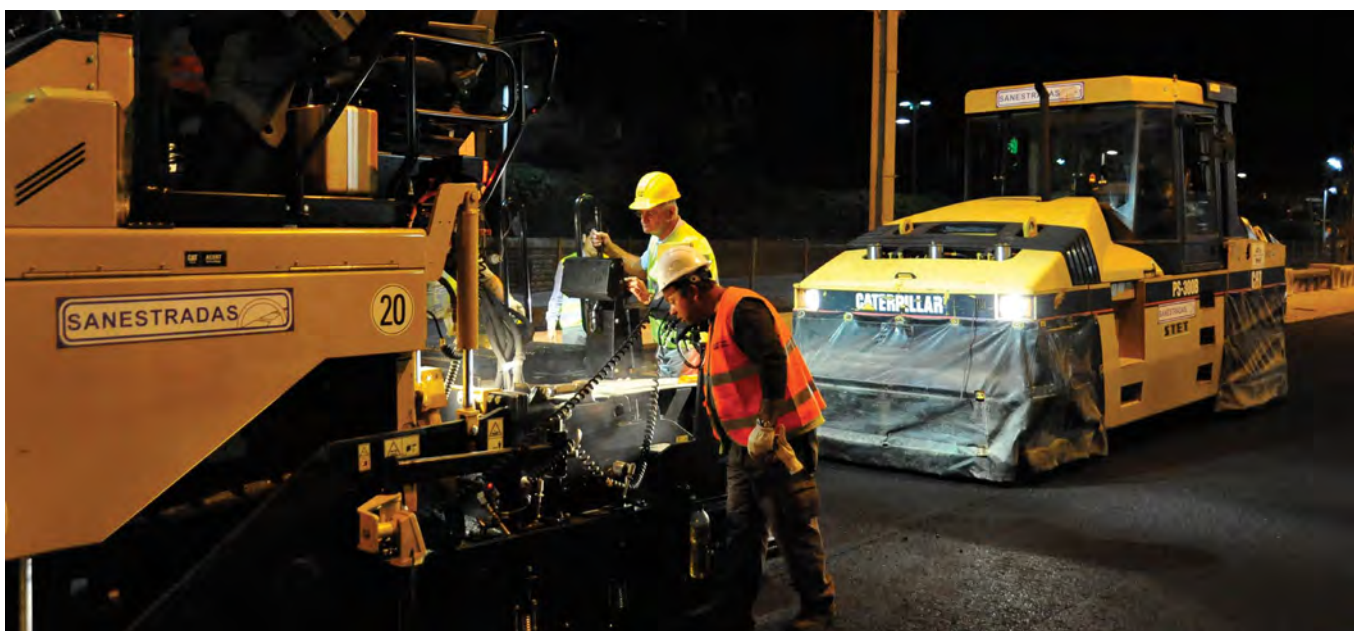
Уплотняемый материал должен быть достаточно горячим для того, чтобы заполнители допускали некоторое перемещение, и поэтому обычно промежуточное уплотнение осуществляется в интервале температур, следующем сразу за интервалом температур начального этапа.

Следует внимательно относиться к типу и величине прикладываемого силового воздействия в зависимости от толщины слоя. Следует помнить, что на заключительном этапе уплотнения плотность уплотняемого материала уже близка к конечной требуемой плотности и ее повышение составляет 1-3%.

Для промежуточного уплотнения обычно выбирают пневмоколесные катки, поскольку они оказывают высокое статическое давление без ударного воздействия. Тип пневмоколесных катков, выбираемых для промежуточного этапа, зависит от толщины слоя и состава асфальтобетонной смеси.



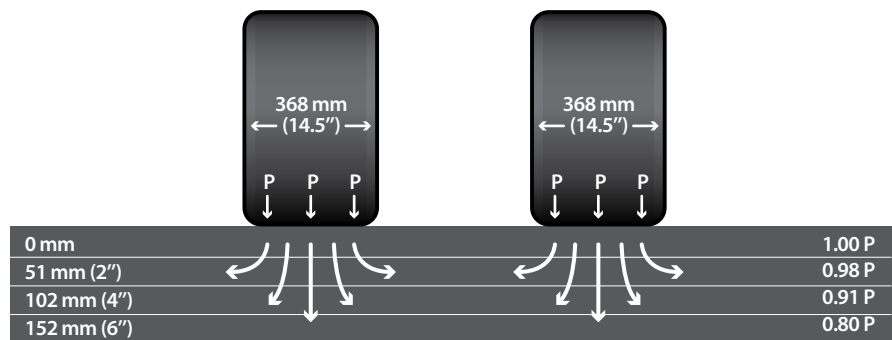
*Этап промежуточного уплотнения следует сразу начальным этапом.*



*Пневмоколесные катки могут оказывать высокое силовое воздействие без ударного воздействия.*



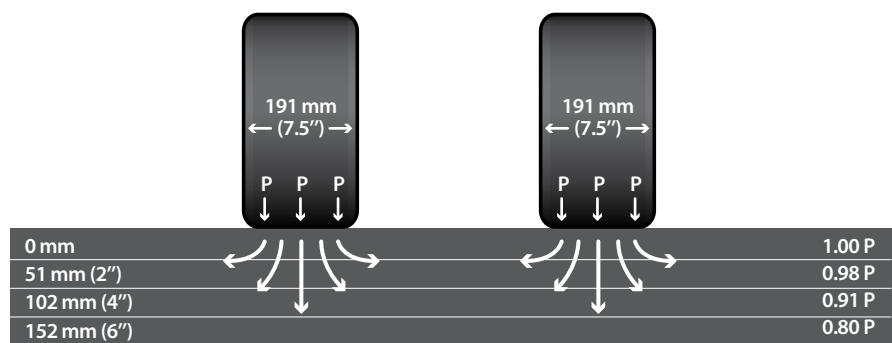
**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ ОТ ШИРОКИХ ШИН**



Для уплотнения толстых слоев из крупнозернистой смеси лучше всего подходят пневмоколесные катки. Широкие шины способны выдерживать намного более высокие нагрузки, чем те нагрузки, которые необходимы для доведения до конечной плотности крупнозернистых смесей. Следует

отметить, что даже на глубине 100 мм (4 дюйма) давление уплотнения сохраняется на 90%. Пневмоколесные катки с широкими шинами хорошо подходят для уплотнения основного и связующего слоев, которые обычно являются самыми толстыми слоями покрытия.

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ ОТ УЗКИХ ШИН**



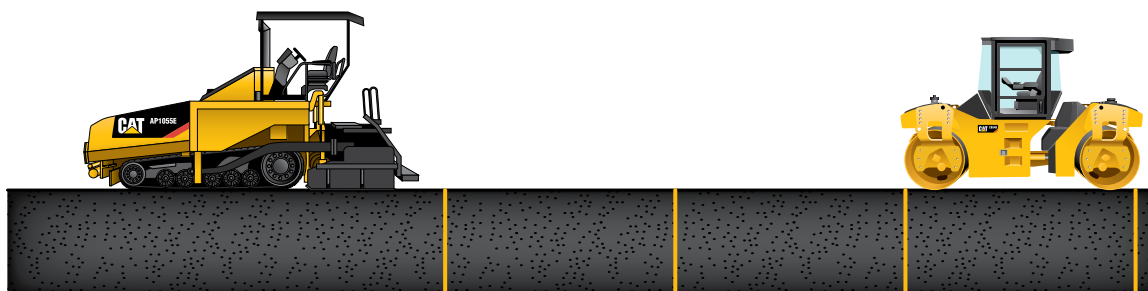
Пневмоколесные катки с узкими шинами имеют высокое опорное давление, но это давление с наибольшей эффективностью можно использовать на тонких жестких слоях. Следует отметить, что на глубине более 50 мм (2 дюйма) давление быстро понижается. Пневмоколесные

катки с узкими шинами хорошо подходят для уплотнения слоев износа, которые обычно являются самыми тонкими слоями и состоят из наиболее жесткого материала.

При применении для уплотнения на промежуточном этапе жестковальцовых вибрационных катков следует соблюдать осторожность и не использовать слишком высокое ударное усилие. На этом этапе плотность слоя уже близка к конечной плотности и лучше всего, по-видимому, использовать наиболее низкую амплитуду в сочетании с высокой частотой. Кроме того, температура слоя в промежуточной зоне понижается приблизительно до 110°C (230°F). Агрессивное вибрационное воздействие на холодный слой может привести к появлению следов от ударов, которые невозможно будет устранить на заключительном этапе, или может вызвать появление заполнителей на поверхности слоя.



*Вибрационные катки, используемые на промежуточном этапе, работают в режиме низкой амплитуды.*



*Заключительный этап уплотнения может начинаться в той зоне, где слой остыл, спустя час после прохождения асфальтоукладчика.*

## [ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ УПЛОТНЕНИЕ ]

Заключительное уплотнение является последним этапом. Основная цель заключительного этапа состоит в удалении следов от остановок вальцов или от пневматических колес. Во время заключительного этапа может иметь место небольшой набор плотности, но рассчитывать на повышение плотности на заключительном этапе значит подвергать себя риску.

Заключительный этап обычно имеет место, когда уплотняемый слой еще достаточно теплый для удаления следов

на поверхности. Если каток, выполняющий заключительное уплотнение, сам оставляет следы, значит, слой еще слишком теплый и заключительное уплотнение следует на некоторое время отложить. Как правило, каток для заключительного уплотнения начинает работу через час после прохождения асфальтоукладчика. Операторы катков для заключительного уплотнения могут эффективно использовать бортовые датчики температуры или ручные сканеры температуры, помогающие им оставаться в нужной температурной зоне.

Для заключительного уплотнения чаще всего применяют двухвальцовые тандемные катки, работающие в статическом режиме. Следует помнить, что чем меньше ширина вальца, тем выше оказываемое статическое усилие. На этапе заключительного уплотнения чаще всего можно встретить менее тяжелые катки.

Не следует использовать вибрацию на заключительном этапе уплотнения. Задача дополнительного повышения плотности должна решаться на начальном и промежуточном этапах уплотнения. Задача заключительного этапа - обеспечение ровности покрытия, но не набор плотности. На заключительном этапе каток должен совершать длинные и медленные проходы для того, чтобы сделать слой более ровным. Если заключительный этап уплотнения участка слоя завершен и необходимо остановить осуществлявший его каток и подождать, следует останавливать каток только на том участке слоя или соседней поверхности, где уплотняемый материал достаточно остыл для выдерживания веса машины без деформации слоя.



*Для заключительного уплотнения обычно применяют двухвальцовые катки, работающие в статическом режиме.*

### [ ПРОБНОЕ УПЛОТНЕНИЕ ]

На многих объектах департаменты общественных работ требуют перед развертыванием основных работ успешно выполнить пробное уплотнение. Требования к пробному уплотнению значительно различаются в зависимости от региона. В целом пробное уплотнение обеспечивает проверку того, что полученный асфальтобетон имеет запроецированный состав, асфальтоукладчик укладывает нормальный слой и выбранное для уплотнения оборудование позволяет достичь требуемой плотности.

Полоса пробного уплотнения может быть отдельным участком или составной частью рабочего объекта по строительству покрытия. Для выполнения требуемых тестов необходимо достаточное количество смеси. В настоящем руководстве затронуты только вопросы, связанные с проверкой достижения плотности.

Для выполнения пробного уплотнения работнику, отвечающему за контроль качества, или инспектору потребуется высокоточное устройство для измерения температуры и откалиброванный плотномер. Техника для уплотнения, используемая при пробном уплотнении, должна быть той техникой, которую планируется использовать на рабочем объекте.

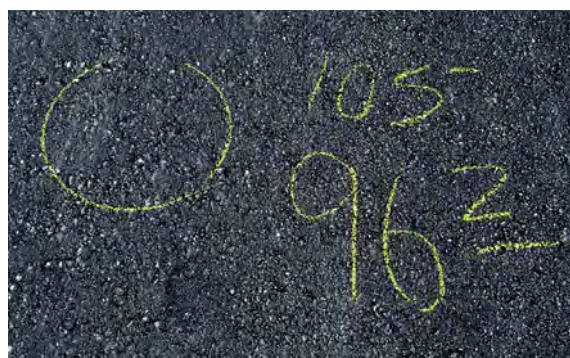
Работник, отвечающий за контроль качества, или инспектор должен знать схему укатки, запланированную для каждого этапа уплотнения, и выбранную амплитуду, частоту колебаний и рабочую скорость для катка, выполняющего начальный этап уплотнения. Параметры вибраций определяются типом смеси, толщиной асфальтового слоя и рабочей скоростью асфальтоукладчика.

Сбор данных следует начинать сразу после того, как асфальтоукладчик начнет движение от начального поперечного шва. Как только асфальтоукладчик достигнет запланированной скорости укладки и нужной толщины слоя, следует проверить температуру слоя сразу после асфальтоукладчика. Температура должна проверяться и документироваться на всем протяжении полосы пробного уплотнения. Стабильная температура слоя является одним из ключевых факторов достижения стабильной плотности. Если смесь, применяемая на объекте, имеет интервал размягчения, это позволит задокументировать температуру начала размягчения и температуру исчезновения размягчения.



Перед началом процесса уплотнения следует проверить плотность слоя, укладываемого асфальтоукладчиком. Значение плотности слоя, уложенного асфальтоукладчиком, помогает выбрать амплитуду и число проходов, которые могут потребоваться для достижения требуемой плотности.

Проверку плотности слоя, уложенного асфальтоукладчиком, следует производить в нескольких местах по ширине слоя. Следует проверять плотность слоя после каждого прохода катка на начальном этапе уплотнения.



*Иногда проверке плотности слоя перед начальным уплотнением полосы пробного уплотнения (первая фотография сверху) не дается должного значения. Значения плотности и температуры, нанесенные на поверхность слоя (вторая фотография сверху), помогают операторам катков.*

**Практический совет.** После установки плотномера на уплотняемый слой для взятия первого замера плотности обведите основание плотномера мелом. Это позволит вам устанавливать плотномер точно на то же самое место после каждого прохода.



Выполнение проходов на начальном этапе должно продолжаться до достижения требуемой плотности начального этапа уплотнения. Рассмотрим пример пробного уплотнения при строительстве скоростной автомагистрали.

### [ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПЛОТНОСТИ ]

Минимальная плотность: 92% теоретической максимальной плотности  
Требуемая плотность: 93,5-95,5% теоретической максимальной плотности

### [ УСЛОВИЯ ВЕДЕНИЯ РАБОТ ]

Асфальтобетонная смесь: с плотным гранулометрическим составом 25 мм (1 дюйм)  
Битумное вяжущее: полимермодифицированный битум 5,8%  
Толщина слоя: 80 мм (3,1 дюйма)  
Ширина полосы уплотнения: 3,66 м (12 футов)  
Плотность уложенного асфальтоукладчиком слоя: 80% теоретической максимальной плотности  
Температура слоя: 149°C (300°F)

### [ ВИБРАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП ]

Ширина вальца: 200 см (79 дюймов)  
Статическое усилие на один валец: 29,7 кг/см (166 фунт/дюйм)  
Амплитуда: 0,78 мм (0,031 дюйма)  
Частота: 42 Гц (2520 колебаний в минуту)

### [ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОБНОГО УПЛОТНЕНИЯ, НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП ]

Первый проход: 84%  
Второй проход: 87%  
Третий проход: 90%  
Четвертый проход: 92%

### [ ВИБРАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ ЭТАП ]

Ширина вальца: 200 см (79 дюймов)  
Статическое усилие на один валец: 29,7 кг/см (166 фунт/дюйм)  
Амплитуда: 0,30 мм (0,012 дюйма)  
Частота: 63,3 Гц (3800 колебаний в мин)

### [ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОБНОГО УПЛОТНЕНИЯ, ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ ЭТАП ]

Пятый проход: 93%  
Шестой проход: 94%

### [ СТАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП ]

Ширина вальца: 170 см (67 дюймов)  
Статическое усилие на один валец: 31,8 кг/см (178 фунт/дюйм)

### [ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОБНОГО УПЛОТНЕНИЯ, ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП ]

Седьмой проход: 94,5%  
Восьмой проход: 95,0%

**Обобщающие выводы.** Пробное уплотнение показывает, что для достижения минимально допустимой плотности требуется четыре прохода на начальном этапе. Еще два прохода на промежуточном этапе повышают плотность до требуемого согласно техническим условиям значения. На заключительном этапе уплотнения плотность повышается еще на один процент. Процесс уплотнения позволяет обеспечить требуемую плотность, но отвечает ли он требованиям к производительности? Для проверки соответствия производительности уплотнения производительности укладки смеси можно воспользоваться программой *Cat Interactive Production Calculator*.

## КАЛЬКУЛЯТОР СКОРОСТИ АСФАЛЬТОУКЛАДЧИКА

<b>Грузовой транспорт</b>	<b>Общие исходные данные</b>		
<b>Скорость асфальтоукладчика</b>	Толщина слоя:	[ 3,15 ] дюйма	[ 80,0 ] мм
<b>Уплотнение</b>	Ширина полосы уплотнения:	[ 12,00 ] футов	[ 3,658 ] м
<b>Валкование</b>	Плотность материала до уплотнения:	[ 127 ] фунт/куб. фут	[ 2082 ] кг/м <sup>3</sup>
<b>Темп укладки</b>	<b>Скорость асфальтоукладчика при заданной производительности</b>		
<b>Уклон</b>	Производительность асфальтосмесительной установки:	[ 220 ] кор. тонн/ч	[ 200 ] т/ч
<b>Толщина</b>	Расчетная скорость укладки - эффективность 100%:	[ 18,3 ] футов/мин	[ 5,58 ] м/мин
<b>Сводные данные по объекту</b>	Расчетная скорость укладки - эффективность 95%:	[ 19,2 ] футов/мин	[ 5,86 ] м/мин
<b>Законодательство</b>	Расчетная скорость укладки - эффективность 90%:	[ 20,1 ] футов/мин	[ 6,14 ] м/мин
	Расчетная скорость укладки - эффективность 85%:	[ 21,0 ] футов/мин	[ 6,42 ] м/мин
	Расчетная скорость укладки - эффективность 80%:	[ 22,0 ] футов/мин	[ 6,70 ] м/мин
	Расчетная скорость укладки - эффективность 75%:	[ 22,9 ] футов/мин	[ 6,97 ] м/мин
<b>Выход</b>	<b>Эффективная скорость укладки:</b>	[ 18,3 ] футов/мин	[ 5,58 ] м/мин

Планируемая производительность для данного проекта составляет 200 т/ч (220 кор. тонн в час). Поскольку плотность уложенного асфальтоукладчиком слоя уже была проверена, это позволяет точно рассчитать плотность материала, укладываемого асфальтоукладчиком. В данном случае она составляет 2034 кг/м<sup>3</sup> (127 фунт/куб. фут). Толщина слоя составляет 80 мм (3,15 дюйма), а ширина полосы составляет 3,66 м (12 футов). Таким образом, эффективная скорость укладки составляет 5,58 м/мин (18,3 фута в мин). Теперь необходимо убедиться в том, что каток на начальном этапе уплотнения будет успевать за асфальтоукладчиком.

## КАЛЬКУЛЯТОР УПЛОТНЕНИЯ

<b>Грузовой транспорт</b> <b>Скорость асфальтоукладчика</b> <b>Уплотнение</b> <b>Валкование</b> <b>Темп укладки</b> <b>Уклон</b> <b>Толщина</b> <b>Сводные данные по объекту</b> <b>Законодательство</b>	Модель катка: [ Щелкните мышью для выбора другой модели ] [ <b>CB54 XW</b> ]
	<b>Общие исходные данные</b>
	Ширина полосы уплотнения: [ <b>12,00</b> ] футов [ <b>3,658</b> ] м
	Фактическая ширина вальца: [ <b>79</b> ] дюймов [ <b>200,66</b> ] см
	Величина захвата: [ <b>6,0</b> ] дюйма [ <b>15,2</b> ] см
	Частота вибровозбудителя: [ <b>2520</b> ] кол./мин [ <b>2520</b> ] кол./мин
	Шаг нанесения ударов (рекомендуемый): [ <b>12</b> ] на фут [ <b>38</b> ] на м
	Число проходов катка для однократного охвата полосы уплотнения по ширине: [ <b>2</b> ]
	Число проходов по одному следу (по результатам пробной укатки): [ <b>4</b> ]
	Суммарное число проходов: [ <b>9</b> ]
Коэффициент использования рабочего времени (рекомендуется 75-85%): [ <b>80</b> ] %	
<b>Фактическая скорость катка:</b> [ <b>210</b> ] футов/мин [ <b>64</b> ] м/мин [ <b>18,3</b> ] футов/мин	
<b>Эффективная скорость катка*:</b> [ <b>19</b> ] футов/мин [ <b>6</b> ] м/мин [ <b>5,58</b> ] футов/мин	
Эффективная скорость асфальтоукладчика [ <b>104</b> ] %	

\* Эффективная скорость катка должна составлять не менее 100% и не более 115% эффективной скорости асфальтоукладчика. [ % = 104 ]

Каток, выбранный для начального этапа уплотнения, имеет ширину вальцов 200 см (79 дюймов). Этот каток способен перекрыть уложенную полосу за два прохода с захватами. При пробном уплотнении для достижения минимально приемлемой плотности требовалось четыре прохода. Программа-калькулятор показывает, что схема укатки в таком случае будет содержать девять проходов. При фактической рабочей скорости 64 м/мин (210 футов/мин) каток, выполняющий начальный этап уплотнения, будет в состоянии поддерживать скорость укладки. Задана частота вибраций 42 Гц (2520 колебаний в минуту). Выбранные в данном случае частота и рабочая скорость дают 38 ударов на метр (12 ударов на фут). Такой шаг нанесения ударов идеален для стабильного обеспечения плотности и ровности.

Пробное уплотнение было выполнено успешно с точки зрения замеров плотности в полевых условиях. Керны, извлеченные из асфальтового слоя и исследованные в лабораторных условиях, должны подтвердить значения плотности и позволят при необходимости более точно откалибровать плотномер.



*Извлечение кернов и лабораторный анализ позволяют окончательно убедиться в том, что плотность, достигнутая в ходе пробного уплотнения, отвечает требованиям.*

### [ ЕЩЕ БОЛЬШЕЕ ПОВЫШЕНИЕ ПЛОТНОСТИ В ХОДЕ ПРОБНОГО УПЛОТНЕНИЯ ]

Если каток, выполнявший начальный этап уплотнения с выбранными вибрационными настройками и схемой укатки, не смог обеспечить достижение требуемой плотности, необходимо будет вносить изменения. Иногда, если уплотняемый слой еще достаточно горячий, можно продолжить работы по его уплотнению. Ниже приведен перечень способов повышения плотности:

- **Увеличение числа проходов.** Увеличение числа проходов возможно только в том случае, если скорость катка будет по-прежнему соответствовать скорости укладки.
- **Повышение амплитуды.** Если каток допускает установку большего значения амплитуды и асфальтовый слой будет поглощать повышенное силовое воздействие, не вызывая отскока вальца, следует увеличить амплитуду.
- **Повышение давление в шинах или массы балласта.** Если для начального уплотнения используется пневмокаток, повышение усилия уплотнения не должно вызывать повреждения уплотняемого слоя.
- **Использование более производительного катка.** При наличии можно использовать каток с более широкими вальцами или более высокой амплитудой. Каток с более широкими вальцами может обеспечить покрытие уложенной полосы за меньшее число проходов и обеспечить более быструю схему укатки, что облегчит добавление числа проходов.
- **Уменьшение расстояния до асфальтоукладчика.** Поддерживая очень малое расстояние от катка, выполняющего начальное уплотнение, до асфальтоукладчика, обеспечить работу с наиболее горячим асфальтом. Для достижения этого, возможно, потребуется сократить длину уплотняемой захватки.
- **Уменьшение рабочей скорости катка.** Уменьшение рабочей скорости увеличивает силовое воздействие на уплотняемый участок за счет уменьшения шага нанесения ударов. При этом предполагается, что каток, работающий с меньшей скоростью, все еще будет успевать за асфальтоукладчиком.

**Обобщающие выводы.** Организация процесса уплотнения и успешное выполнение пробного уплотнения требуют планирования и сбора данных. Исходить из предположения, что технология, успешно апробированная на одном объекте, окажется столь же успешной на другом, очень рискованно. Опыт - действительно хороший учитель, но существует много переменчивых факторов, которые влияют на плотность. Каждый рабочий объект заслуживает всестороннего анализа перед началом работ.





## Раздел 5 СХЕМЫ УКАТКИ

Благодаря использованию программы Cat® Interactive Production Calculator и построению кривых охлаждения можно успешно разрабатывать схемы укатки перед началом работ.



Схема укатки - это последовательность проходов катка или катков по свежеложенному неуплотненному асфальтовому слою. Схема укатки должна раз за разом соблюдаться для того, чтобы обеспечить однородную плотность асфальтового слоя.

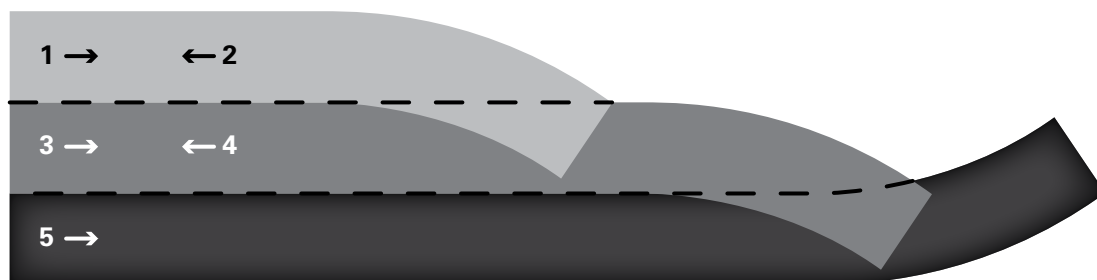
Схема укатки распространяется на участок определенной площади (захватку), определяемый длиной и шириной. Предполагается, что толщина асфальтового слоя от одного его края до другого в пределах захватки одинакова. Температура асфальтобетонной смеси в пределах захватки также достаточно постоянная, пока взаимосвязь между зоной захватки и асфальтоукладчиком, движущимся вперед, остается неизменной. Таким образом, схема укатки, характеризующаяся неизменным числом проходов, неизменной рабочей

скоростью и неизменным уплотняющим воздействием, должна обеспечить однородную плотность.

**Примечание.** В настоящем руководстве термин "проход" означает движение катка в одном направлении. Другими словами, движение катка передним ходом от исходной точки в направлении асфальтоукладчика считается одним проходом. Движение катка задним ходом в направлении исходной точки захватки считается другим проходом.

После ввода определенной схемы укатки ее изменения допустимы только в случае изменений в процессе укладки перед катком, изменения состава смеси или изменения погодных условий.

### РЕВЕРСИРОВАНИЕ



### [ ОСНОВНАЯ СХЕМА УКАТКИ ]

Существуют некоторые технологические правила, общие для всех схем укатки. Одним из правил является остановка тандемного вальцового катка и реверсирование направления движения в конце прохода.

На схеме, показанной выше, предполагается, что уложенный слой не имеет боковых упоров по краям или что рядом отсутствует соседний холодный слой, на который может заехать каток. Оператор катка должен остановиться и изменить направление движения на горячем слое на противоположное.

Следует отметить, что первые два прохода совершаются вдоль одного края слоя. В конце

первого прохода оператор поворачивает каток к центру уложенной полосы и медленно останавливает его в положении, когда оба вальцы повернуты под углом по крайней мере 30°, оставляя следы от остановки под углом к направлению уплотнения. Оператор осуществляет движение назад по тому же следу, выполняя второй проход.

Третий проход осуществляется по центру уложенной полосы с захватом полосы, уплотненной в ходе первого и второго проходов. Третий проход длиннее первого прохода для того, чтобы не отставать от асфальтоукладчика и устранить следы от остановки, образовавшиеся в конце первого прохода.





*Два катка в процессе движения задним ходом за асфальтоукладчиком на начальном этапе уплотнения. Обратите внимание на останов катка под углом.*

В конце третьего прохода оператор поворачивает каток в направлении еще не уплотненной полосы, следя за тем, чтобы не выехать за пределы края уложенной полосы. Вновь на поверхности остается след от остановки под углом к направлению укатки. Оператор осуществляет движение назад по тому же следу, выполняя четвертый проход.

Пятый проход осуществляется вдоль другого не ограниченного упором края уложенной полосы с захватом смежной полосы, уплотненной в ходе третьего и четвертого проходов. Пятый проход продолжается за пределы следов от остановки, оставленных в конце третьего прохода. В конце пятого прохода оператор поворачивает каток к центру уложенной полосы, оставляя расположенный под углом след от остановки там, где он будет устранен в ходе уплотнения следующей захватки. Оператор осуществляет движение назад по тому же следу, выполняя шестой проход.

В ходе седьмого прохода каток выводится в положение начала уплотнения другой

захватки. Такая схема укатки называется схемой из семи проходов. Она используется, когда катку нужно сделать три прохода с захватами для охвата уложенной полосы по ширине и необходимы два прохода по одному следу для обеспечения требуемой плотности.

На начальном этапе уплотнения катки всегда останавливаются для начала движения задним ходом вблизи находящегося впереди асфальтоукладчика. Не существует каких-либо правил, однозначно регламентирующих расстояние до асфальтоукладчика, на котором должен останавливаться каток. В первую очередь необходимо уделять внимание требованиям безопасности. Можно дать разумную рекомендацию останавливать каток (-ки) на расстоянии по крайней мере 5 м (16 футов) от асфальтоукладчика. Помните, что на участке позади асфальтоукладчика не должно быть никаких рабочих или операторов рабочего органа асфальтоукладчика.

**Практический совет.** При остановке жестковальцового катка для движения задним ходом как на горячей полосе, так и на холодной смежной полосе всегда отключайте вибрационную систему в самом начале снижения скорости движения. Помните, что важно поддерживать шаг нанесения ударов вальцом. При снижении скорости машины шаг нанесения ударов может стать слишком мал. Вибрационную систему можно отключать вручную или при помощи функции "autovibe", которая автоматически включает и выключает вибрационную систему при достижении рабочей скоростью заданных значений.





*Пневмоколесным каткам разрешается останавливаться на уплотняемой полосе без поворота.*

При остановке пневмоколесных катков поворачивать колеса с резиновыми шинами, в отличие от жестких вальцов, не нужно. Резкие повороты пневмоколесных катков повреждают слой. Пневмокоток следует останавливать

медленно без поворота. На поверхности слоя остаются незначительные следы от остановки, но каток на заключительном этапе обычно полностью устраняет их.

### **[ СХЕМА УКАТКИ ПОЛОСЫ С ДВУМЯ КРАЯМИ, НЕ ОГРАНИЧЕННЫМИ УПОРАМИ ]**

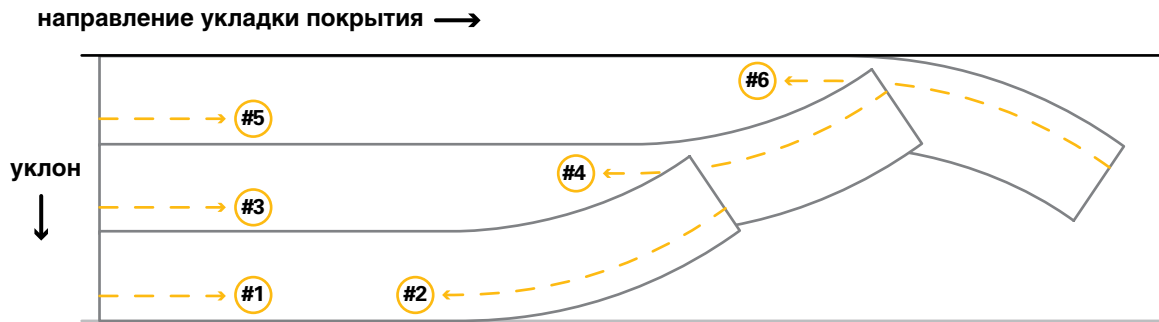
При рассмотрении данного примера предположим, что уложенная полоса имеет два края, не имеющие боковых упоров. Левый край расположен по центру дорожной одежды, и в направлении от центра к правому краю, не ограниченному упором, имеется уклон 2%.

Когда уложенная полоса имеет два края без боковых упоров и поперечный наклон, компания Caterpillar рекомендует делать первые проходы вдоль нижнего края полосы. Следующая серия проходов выполняется по центру уложенной полосы. Последние проходы выполняются вдоль верхнего края без бокового

упора. Уплотнение с постепенным смещением от нижнего края к верхнему характеризуется тенденцией к увеличению прочности слоя и снижению его деформации.

Как правило, первый проход вдоль любого края, не ограниченного упором, должен осуществляться с отступом края вальца от края слоя по крайней мере на 15 см (6 дюймов). Второй проход, каковым обычно является возврат по следу первого прохода, делается с небольшим перекрытием вальцом края полосы. Такая последовательность помогает минимизировать деформацию слоя.

## ПОЛОСА С ДВУМЯ КРАЯМИ БЕЗ БОКОВЫХ УПОРОВ



При уплотнении краев, не имеющих боковых упоров, которое ведется с отступом края вальца от края без бокового упора, следует обращать внимание на образование трещины в слое по линии прохождения края вальца. Некоторые смеси с крупными заполнителями и низким содержанием битумного вяжущего характеризуются образованием глубоких трещин, если край полосы не перекрывается во время первого прохода.

При появлении таких трещин следует сразу изменить схему укладки, чтобы перекрывать не имеющий бокового упора край во время каждого прохода вдоль этого края.

При использовании пневмоколесных катков перекрывать края, не имеющие боковых упоров, нельзя. Резиновые шины должны иметь отступ по крайней мере 15 см (6 дюймов) от края без бокового упора для предотвращения раскатывания или деформирования края полосы.



Трещина вдоль линии прохождения края вальца с отступом от края без бокового упора



Пневмоколесные катки всегда следуют с отступом по крайней мере 15 см (6 дюймов) от краев без боковых упоров.

**[ СХЕМА УКАТКИ ПОЛОСЫ С ОДНИМ КРАЕМ, ИМЕЮЩИМ БОКОВОЙ УПОР ]**

В данном примере предположим, что левый край полосы стыкуется со смежной полосой по линии, расположенной по центру дорожной одежды. Смежная полоса уже укатана и остыла. На холодной полосе присутствует движение транспорта, и вблизи расположенного по центру края этой полосы установлены дорожные конусы. От центральной линии к не ограниченному упором краю полосы имеется уклон 2. Для данного случая допустимы две схемы укатки.

Если проектом регламентирована плотность в зоне шва, первый проход должен производиться вдоль левого края полосы для того, чтобы воспользоваться преимуществом, которое дает наиболее высокая температура слоя, и тем самым добиться наиболее высокой плотности в зоне шва. Оба вальца должны полностью находиться на горячей полосе, отступая на 15-30 см (6-12 дюймов) от холодной полосы. Во время второго прохода, возврата вдоль левого края, вальцы должны перекрывать шов сопряжения горячей и холодной полос приблизительно на 15 см (6 дюймов). Такое перекрытие обеспечит

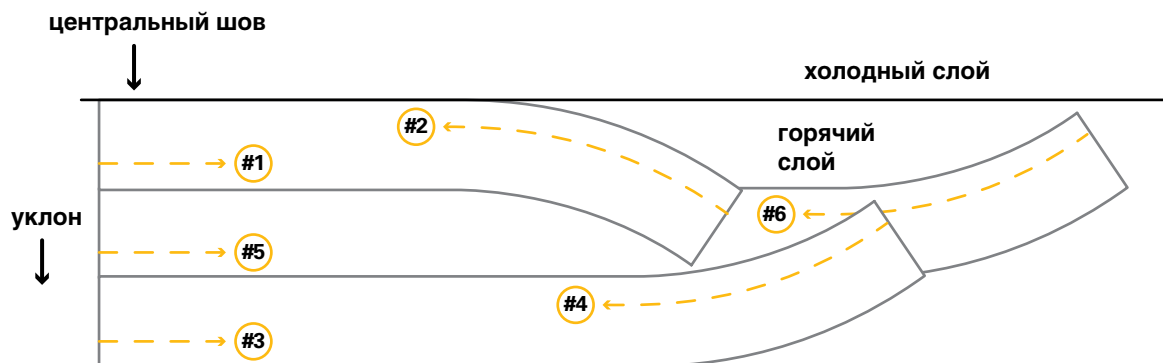
начало процесса герметизации продольного центрального шва.

Третий и четвертый проходы выполняются вдоль края, не имеющего бокового упора, для того, чтобы повысить прочность и минимизировать деформацию слоя в зоне края без бокового упора.

Пятый и шестой проходы выполняются по центру полосы. Эта часть полосы будет самой холодной на данный момент времени, но фактически она будет иметь по краям два боковых упора, способствующих уплотнению.

Если плотность в зоне шва не регламентирована, первый и второй проходы можно выполнить вдоль правого нижнего края полосы, как показано на схеме укатки полосы с двумя краями без боковых упоров. Центральная часть полосы уплотняется в ходе третьего и четвертого проходов. В последнюю очередь уплотняется центральный шов с небольшим отступом от шва в ходе пятого прохода и небольшим перекрытием в ходе шестого прохода.

**ПОЛОСА С ОДНИМ КРАЕМ БЕЗ БОКОВОГО УПОРА**





*Пневмоколесные катки, используемые на промежуточном этапе уплотнения, эффективно заделывают продольные швы сопряжения горячей и холодной полос.*

Все другие катки во время промежуточного и заключительного этапов могут осуществлять уплотнение с захватом продольного шва. Пневмоколесные катки с резиновыми шинами особенно эффективны при заделке швов. Оператор пневмокатка должен стараться направлять каток так, чтобы одно из его колес двигалось по шву.

На некоторых объектах край полосы, по которому проходит шов, примыкает к холодной укатанной полосе. По возможности операторы катков при остановке и реверсировании должны стараться выезжать за пределы горячей полосы на холодную. При реверсировании на холодной полосе на горячем асфальте не остается следов и повышается ровность покрытия.



*Когда каток имеет возможность выезда на холодную уплотненную полосу, следов от остановки вальцов не остается.*

Оператор катка должен знать ряд требований безопасности, требующих соблюдения при переезде с горячей полосы на холодную и изменении направления движения. Во-первых, на смежной полосе может иметь место движение транспорта. Для направления транспорта через зону работ можно использовать автомобили, регулирующие движение. Выезжать на смежную полосу, по которой происходит движение транспорта, категорически запрещается.

Во-вторых, возможно присутствие рабочих в зоне асфальтоукладчика. В частности, рабочие могут разравнивать шов позади асфальтоукладчика. При наличии рабочих необходимо, покидая полосу, следить за тем, чтобы это происходило на достаточном удалении от асфальтоукладчика.



**[ СХЕМА УКАТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВАРИЙНОЙ ПОЛОСЫ  
ДЛЯ РЕВЕРСИРОВАНИЯ ]**

На некоторых объектах проектом предусматривается строительство покрытия, в которое входит аварийная полоса (также называемая обочиной) вдоль одной из полос проезжей части. Как правило, если ширина аварийной полосы составляет менее 1,5 м (5 футов), ее уплотнение осуществляется катком начального этапа уплотнения по обычной схеме. Если аварийная полоса имеет уклон, отличный от уклона проезжей части, то для уплотнения этой полосы иногда используют вспомогательный каток, осуществляя уплотнение отдельно от уплотнения проезжей части.

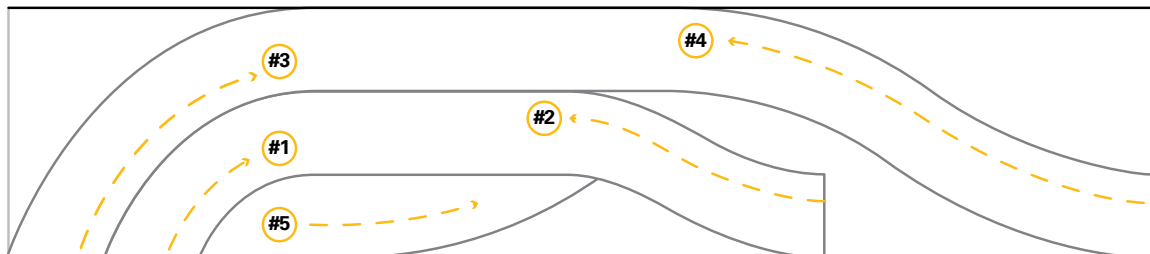
Однако, если аварийная полоса имеет ширину по крайней мере 1,5 м (5 футов), эту полосу можно включить в схему начального этапа уплотнения и использовать для всех остановок катка и изменений направления движения.

Схема укатки в этом случае напоминает ряд полуокружностей. После каждого прохода передним или задним ходом оператор катка медленно пересекает полосу проезжей части по дуге и съезжает на аварийную полосу, выпрямляя на ней оба вальца. Каток останавливается с вальцами под прямым углом к продольному направлению. В большинстве случаев остановка катка на аварийных полосах с прямыми вальцами допускается, поскольку ровность аварийных полос не регламентируется.

Если в состав звена уплотнительных машин входит пневмокоток, он может останавливаться прямо на проезжей части, не поворачивая и не съезжая на аварийную полосу. Каток на заключительном этапе уплотнения также должен использовать аварийную полосу для остановки и реверсирования направления движения.

**РЕВЕРСИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ НА АВАРИЙНОЙ ПОЛОСЕ**

Ширина вальца 213 см (84 дюйма)

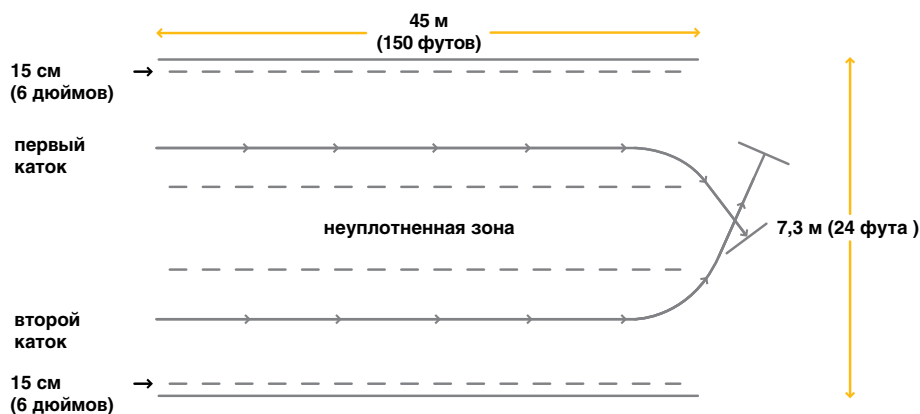


## [ СХЕМЫ ЭШЕЛОННОГО УПЛОТНЕНИЯ ]

На некоторых объектах на начальном этапе уплотнения возможно применение двух или более катков, следующих прямо за асфальтоукладчиком. Эшелонную схему укатки следует выбирать, руководствуясь следующими соображениями.

- **Большая ширина полосы укладки.** Когда ширина полосы уплотнения превышает 6 м (20 футов), вряд ли один каток сможет перекрыть такую полосу по ширине за три или меньшее число проходов. Поэтому, как правило, один каток на начальном этапе уплотнения не в состоянии поддерживать темпы работ, задаваемые асфальтоукладчиком.
- **Жесткая смесь, требующая большого числа проходов.** Смеси некоторых составов, особенно смеси с модифицированным битумным вяжущим, обладают очень высокой жесткостью и нуждаются в большом числе проходов для доведения плотности до требуемого значения. В такой ситуации схема укатки, рассчитанная на применение одного катка, будет приводить к отставанию этого катка от асфальтоукладчика.
- **Ограниченный интервал времени, отведенного для начального уплотнения.** Время, отведенное для начального уплотнения, может быть ограничено толщиной слоя, температурой окружающей среды или наличием интервала размягчения смеси. Иногда для того, чтобы справиться с быстрым падением температуры и использовать короткий промежуток времени для набора плотности на начальном этапе, приходится задействовать не один каток.

### НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП - ПЕРВЫЙ ПРОХОД

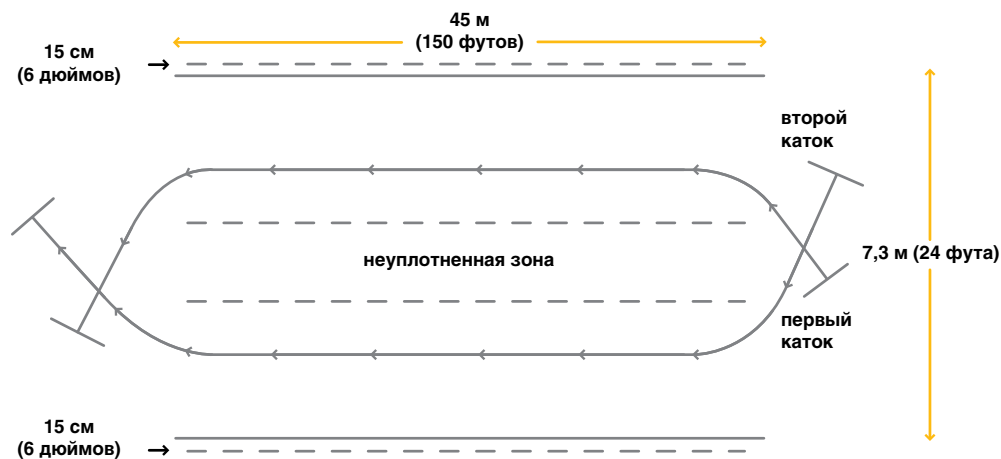


Рассматривая первый пример, предположим, что асфальтоукладчик укладывает 275 т/ч (300 кор. тонн в час) смеси слоем шириной 7,3 м (24 фута) и толщиной 50 мм (2 дюйма). Эффективная скорость укладки составляет 6 м/мин (20 фут/мин). Для начального уплотнения имеется два тандемных катка с шириной вальцов 200 см (79 дюймов). Для достижения требуемой плотности в ходе начального уплотнения требуются два прохода.

Первый каток начинает движение вдоль левого края, соблюдая расстояние от внешнего края вальца до края полосы без бокового упора приблизительно 15 см (6 дюймов). Второй каток начинает движение почти сразу после первого катка и движется вдоль правого края без бокового упора, также сохраняя отступ от этого края. Первый каток медленно останавливается под углом в центральной части уложенной полосы и начинает движение задним ходом. Второй каток, чуть отстающий от первого, также останавливается с поворотом к центру полосы и начинает движение задним ходом.

**Практический совет.** При использовании эшелонной схемы первый каток должен при движении опережать второй каток на достаточное расстояние для того, чтобы оператор мог выполнить остановку и начать движение задним ходом до того, как второй каток начнет поворот и реверсирование направления движения.

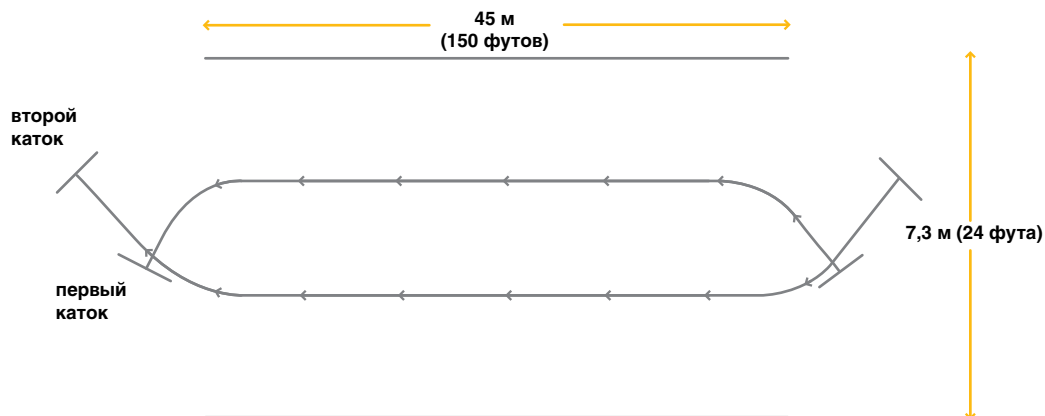
**НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП - ВТОРОЙ ПРОХОД**



Во время второго прохода, возврата в исходную точку, первый каток движется, немного опережая второй каток. Во время второго прохода катки внешним краем вальцов слегка перекрывают края полосы, не имеющие боковых упоров. В конце прохода оба катка опять поворачивают к центру полосы для

остановки и реверсирования направления движения. На данной стадии внешние края полосы укладки укатаны дважды. В центре остается полоса для укатки шириной приблизительно 3,5 м (11,5 фута).

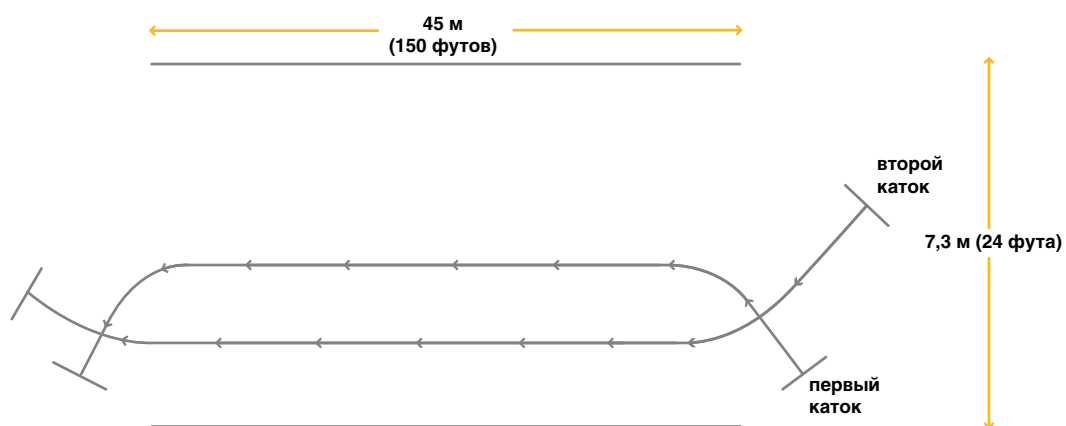
**НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП - ТРЕТИЙ ПРОХОД**



При третьем проходе первый каток, двигаясь первым, уплотняет центральную и левую от центра часть полосы, слегка захватывая краем вальцов зону, уплотненную в ходе первых двух проходов. Первый каток проходит прямо по следам от остановки, оставленным вторым катком, продолжает движение передним ходом на расстояние приблизительно 8 м (25 футов) за следы от остановки и затем поворачивает к правому краю для остановки и

реверсирования. Второй каток, слегка отставая от первого, движется по центру и по правой от центра части полосы, слегка перекрывая правым краем вальцов зону, уплотненную в ходе первых двух проходов. Второй каток устраняет следы от остановки первого катка, проходит еще 8 м (25 футов) вперед за эти следы, после чего поворачивает к левому краю для остановки и реверсирования.

## НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП - ЧЕТВЕРТЫЙ ПРОХОД



Во время четвертого прохода два катка возвращаются по этой же зоне в исходную точку. Первый каток слегка опережает второй каток. Перед остановкой и реверсированием

рекомендуется обеспечить их проход прямо через следы от остановки, оставленные в конце второго прохода.



*Остановка в одном и том же месте для реверсирования перегружает свежеложенный асфальт.*

**Практический совет.** По возможности используйте схему укатки, устраняющую следы от остановки катка. Не используйте для остановки и реверсирования одно и то же место. Остановка и реверсирование в одном месте могут деформировать слой и создать неровности, устранение которых будет невозможно. Хотя наиболее важным требованием является недопущение остановки в одном и том же месте тогда, когда катки двигаются передним и задним ходом по горячему асфальту за асфальтоукладчиком, рекомендуется также располагать уступами следы от остановки в конце обратных проходов.



Пятый проход является проходом в статическом режиме вперед к асфальтоукладчику. После достижения неуплотненной зоны оба оператора катков должны разместить свои

машины вдоль краев свежеложенной полосы и включить вибрационную систему. Новая захватка перед старой должна иметь длину около 36 м (120 футов).

**Практический совет.** Если новая захватка слишком короткая или, другими словами, асфальтоукладчик не успел продвинуться достаточно вперед, операторы катков должны уменьшить рабочую скорость во время пятого прохода. Пятый проход выполняется в статическом режиме, поэтому беспокоиться о шаге нанесения ударов нет необходимости. Следует снижать скорость катков, но ни в коем случае не останавливать их для ожидания на свежеложенном слое.

**Практический совет.** Иногда полоса в центре, оставшаяся неуплотненной, имеет сравнительно малую ширину. В такой ситуации в центре полосы будет большая зона перекрытия вальцов двух катков. Поскольку значительная часть вальцов будет работать в вибрационном режиме на уже плотной части слоя, существует вероятность возникновения отскока вальцов. Операторы должны быть готовы снизить силовое воздействие путем работы одного вальца в вибрационном режиме и другого — в статическом.



## [ ЭШЕЛОННАЯ СХЕМА УПЛОТНЕНИЯ ДВУМЯ КАТКАМИ ]

Теперь рассмотрим эшелонную схему укатки с использованием двух катков на полосе укладки шириной 4,6 м (15 футов). Асфальтоукладчик работает с производительностью 360 т/ч (400 кор. тонн в час), осуществляя укладку на глубину 76 мм (3 дюйма). Поддача смеси в асфальтоукладчик осуществляется перегружателем, и скорость укладки составляет 9 м/мин (29 фут/мин). Плотность слоя, обеспечиваемая асфальтоукладчиком, составляет 80% теоретической максимальной плотности.

Проверка на полосе пробного уплотнения показала, что для достижения требуемой плотности на начальном этапе уплотнения требуется

четыре прохода в вибрационном режиме с амплитудой в диапазоне от средней до высокой. Рабочая скорость катка составляет 70 м/мин (230 фут/мин). Частота вибраций составляет 42 Гц (2520 колебаний в минуту). Шаг нанесения ударов, таким образом, составляет 36 ударов на метр (11 ударов на фут).

Температура асфальтового слоя сразу за асфальтоукладчиком стабильно близка к 150°C (300°F).

При остывании слоя до 115°C (240°F) он размягчается.

Размягчение сохраняется до температуры 85°C (185°F).

Дата/время начала [ 7/3/2011 ▼ ] [ 7:08 AM ]

**Окружающие условия**  
 Температура воздуха: [ 15.6 ]°C  
 Скорость ветра: [ 8 ] км/ч  
 Облачность: [ Солнечно и сухо ▼ ]  
 Широта: [ 45 ]°N

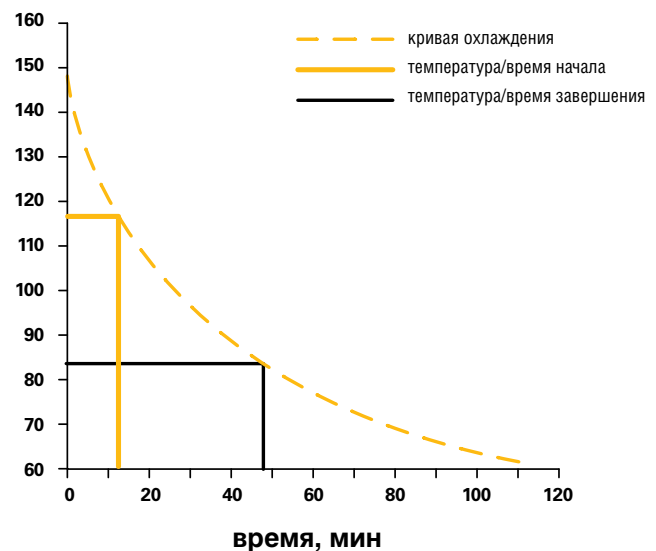
**Характеристики смеси**  
 Тип смеси: [ Мелкозернистая/с плотным гранулометрическим составом ▼ ]  
 Класс связующего по классификации PG: [ 64 ▼ ] [ -28 ▼ ]  
 Толщина слоя: [ 76 ] мм  
 Температура укладки: [ 149 ]°C

**Существующая поверхность**  
 Тип материала: [ Асфальтобетон ▼ ]  
 Состояние материала: [ - ▼ ] [ - ▼ ]  
 Температура поверхности: [ 15.6 ]°C

**Рекомендуемые значения времени**  
 Начало укатки: [ 13 ] мин после укладки  
 Завершение укатки: [ 45 ] мин после укладки

Units  SI  English

Температура асфальтобетонной смеси, °C



Кривая охлаждения показывает, что в начале смены при температуре окружающего воздуха 16°C (61°F) имеется 13 минут на начальное уплотнение слоя за асфальтоукладчиком до начала размягчения слоя. Размягчение сохраняется 32 минуты. Промежуточный и заключительный этапы уплотнения могут начинаться через 45 минут после укладки слоя асфальтоукладчиком. Более важной задачей является определение возможности завершения начального этапа менее чем за 13 минут с использованием двух катков.

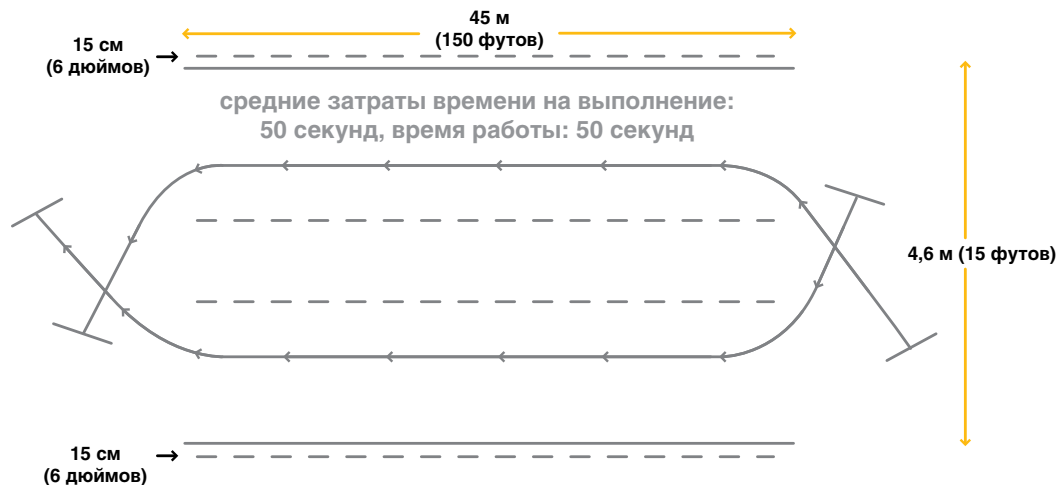
**НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП - ПЕРВЫЙ ПРОХОД**



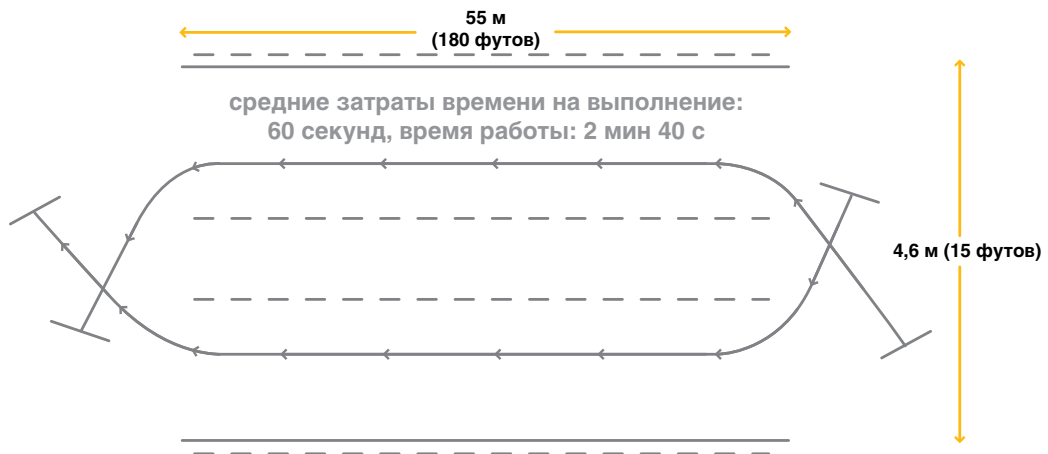
Первый проход на начальном этапе уплотнения имеет длину 45 м (150 футов). Первый каток начинает движение первым и уплотняет зону вдоль левого края уложенной полосы с отступом приблизительно 15 см (6 дюймов) от края. Второй каток слегка отстает от первого и уплотняет зону вдоль правого края уложенной полосы с отступом вальца от края. Для остановки и реверсирования направления движения оба катка поворачивают на центр полосы. Как только второй каток завершает маневр, необходимый для начала движения задним ходом, оба катка начинают второй проход. При рабочей скорости 70 м/мин (230 фут/мин) первый проход занимает 50 секунд.

**Примечание.** При расчете затрат времени на выполнение прохода катком следует применять коэффициент использования рабочего времени 75%. Это позволяет учесть затраты времени на замедление катка и остановку с поворотом для реверсирования направления движения.

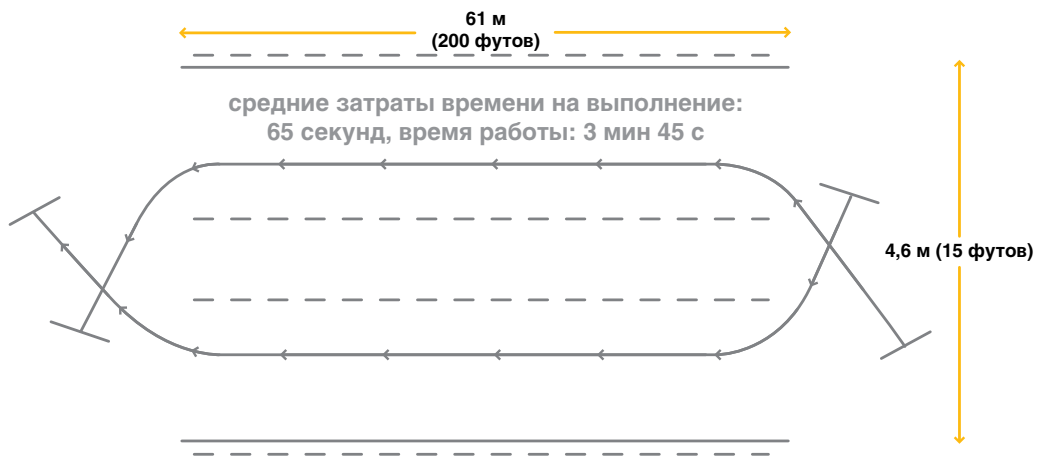
**НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП - ВТОРОЙ ПРОХОД**



Во время второго прохода вальцы обоих катков слегка захватывают края полосы. Второй каток опережает первый при этом возвратном проходе, и оба катка поворачивают на центр полосы для реверсирования направления движения. Второй проход занимает еще 50 секунд. Общие затраты времени составляют 1 минуту и 40 секунд.

**НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП - ТРЕТИЙ ПРОХОД**

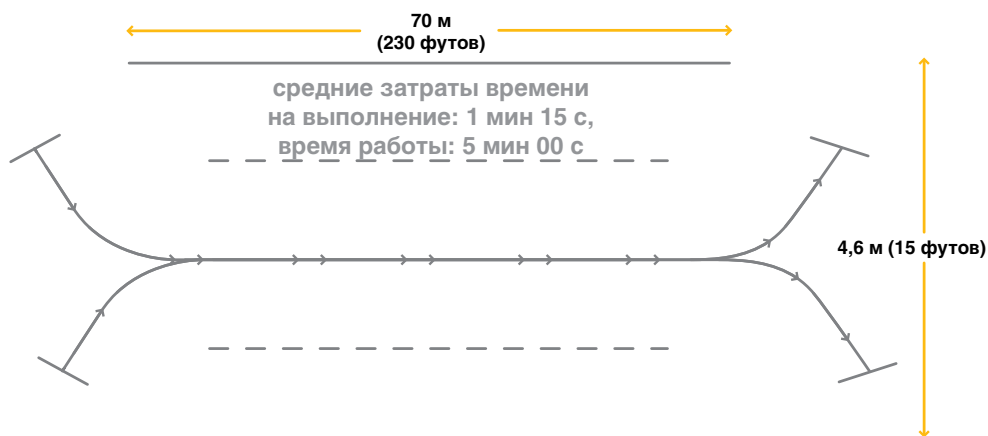
Во время третьего прохода первый каток возвращается обратным первым и увеличивает длину прохода еще на 10 м (30 футов) для того, чтобы заехать за оставленные ранее следы от остановки и переместиться на захватку, расположенную ближе к асфальтоукладчику. Этот проход занимает приблизительно 60 секунд, и общее время работы достигает 2 минут и 40 секунд.

**НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП - ЧЕТВЕРТЫЙ ПРОХОД**

Во время четвертого прохода оба катка возвращаются вдоль краев полосы. Длина прохода немного увеличивается, поскольку оба катка заезжают за оставленные ранее следы от остановки. Теперь правый и левый края полосы укатаны четыре раза, т. е. достигнуто требуемое число раз в соответствии с результатами пробного уплотнения. Время работы составляет 3 минуты и 45 секунд. В центре уложенной полосы остается неуплотненная зона шириной приблизительно 1,3 м (52 дюйма). Поскольку ширина вальцов обоих катков составляет 1,7 м (67 дюймов), катки могут работать колонной для уплотнения этой зоны.

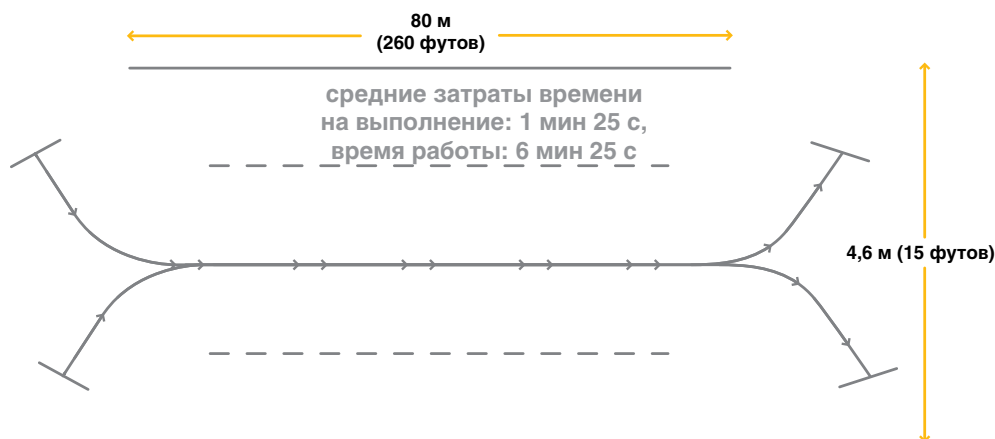


**НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП - ПЯТЫЙ ПРОХОД**



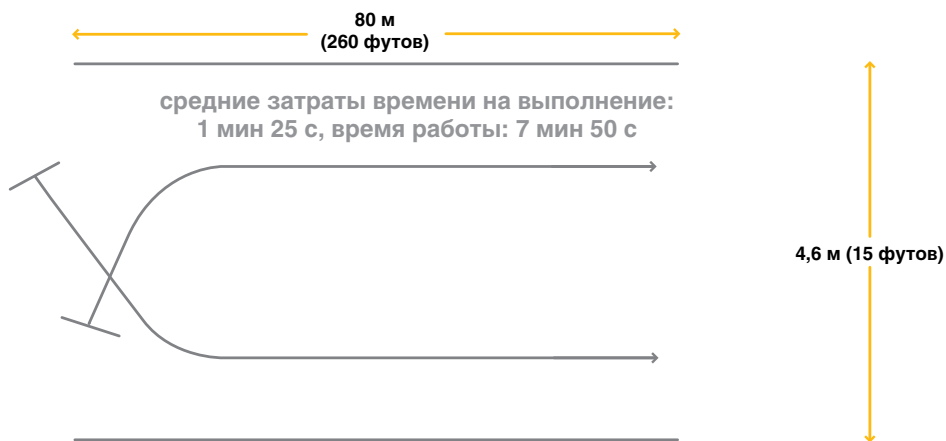
Ширина уплотненной зоны ненамного меньше, чем ширина вальцов. Поэтому ее перекрытие с обеих сторон вальца невелико. Поскольку перекрытие невелико, это дает меньше поводов для беспокойства в отношении возникновения козления вальцов на более сильно уплотненной части слоя. В конце прохода первый каток и второй каток поворачивают к краям полосы. Этот проход вновь имеет немного большую длину для того, чтобы не отставать от асфальтоукладчика. Пятый проход занимает 1 минуту и 15 секунд, а время работы к этому моменту достигает 5 минут.

**НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП - ШЕСТОЙ ПРОХОД**



Во время шестого прохода оба катка колонной возвращаются по центру полосы. Они немного заезжают за следы от остановки. К этому моменту времени вся площадь асфальтового слоя уплотнена четырьмя вибрационными проходами. Плотность должна быть равной по ширине и длине захватки. Время работы составляет 6 минут и 25 секунд.

## НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП - СЕДЬМОЙ ПРОХОД



Последний, седьмой, проход выполняется в статическом режиме. Оба катка занимают исходное положение по краям полосы для того, чтобы начать уплотнение новой захватки. Общие затраты времени на работу двух катков на начальном этапе уплотнения составили чуть менее 8 минут. Остается еще значительный промежуток времени до вхождения в интервал размягчения.

**Примечание.** Примеры, приведенные в этом разделе, иллюстрируют эшелонную схему укатки с использованием двух катков. Эшелонные схемы с использованием трех катков применяются реже, но могут быть необходимы при устройстве покрытий большой ширины из жестких смесей, плохо поддающихся уплотнению.

**Обобщающие выводы.** Операторы катков и персонал, отвечающий за контроль качества, должны уметь разрабатывать схемы укатки, обеспечивающие достижение трех целей: во-первых, достижение требуемой плотности; во-вторых, ведение уплотнения в соответствии с темпом работ, задаваемым асфальтоукладчиком; в-третьих, наличие возможности обеспечить ровность покрытия. Используя программу *Cat Interactive Production Calculator* и строя кривые охлаждения, можно успешно разрабатывать схемы укатки перед началом работ.



## Раздел 6

### УПЛОТНЕНИЕ ШВОВ

Формирование качественных швов требует приложения максимума усилий от бригад, осуществляющих укладку и уплотнение. Убедитесь в том, что все работники строго соблюдают предписанные технологические требования.







*Правильно сформированный и уплотненный поперечный шов должен обеспечивать ровное сопряжение слоев в одной плоскости.*

Различают два типа швов: продольные и поперечные. Продольные швы формируются на линии сопряжения полос асфальта, параллельной направлению укладки. Продольные швы могут существовать между горячей и холодной полосой, горячей и теплой полосой или двумя горячими полосами, укладка которых ведется одновременно.

Поперечные швы формируются на линии сопряжения слоев асфальта, перпендикулярной направлению укладки. В большинстве случаев поперечный шов формируется при начале укладки от ранее уложенной полосы. В первой части раздела 6 рассматривается устройство и уплотнение поперечных швов.

### [ СХЕМЫ УПЛОТНЕНИЯ ПОПЕРЕЧНЫХ ШВОВ ]

Поперечный шов формируется, когда укладка свежей смеси начинается непосредственно от ранее уложенного и уплотненного асфальтового слоя. Поперечный шов в таком случае направлен перпендикулярно к направлению укладки покрытия и направлению уплотнения.

Существует несколько способов уплотнения поперечных швов, но все они имеют одну и ту же цель. Шов должен быть уплотнен заподлицо с окружающей его поверхностью, и зона перед швом должна быть плоской и ровной без выпуклостей или впадин. Перед началом укладки и уплотнения поперечного шва необходимо выполнить ряд важных технологических требований.

Во-первых, перед началом укладки и уплотнения необходимо обязательно убедиться в том, что поперечный шов находится в хорошем состоянии. Если край поперечного шва скруглен или имеет неровную форму, приступать к работам нельзя.

Для того чтобы сформировать вертикальный прямой срез поперечного шва, следует использовать вспомогательную фрезу-планировщик холодного типа, погрузчик с бортовым поворотом, оснащенный оборудованием фрезы-планировщика холодного типа, или дисковую пилу. Зона, где выполняется срез шва, должна иметь требуемую толщину и располагаться параллельно линии укладки.

**Практический совет.** Во время укладки полосы дорожного покрытия и подготовки к остановке в конце смены бригада, осуществляющая укладку, обычно переходит в режим ручного управления системой питателя для того, чтобы выработать всю смесь и избежать оставления большого скопления смеси при подъеме выглаживающей плиты. Поэтому количество смеси перед выглаживающей плитой начинает изменяться, и толщина слоя меняется. Компания Caterpillar рекомендует, чтобы бригада отмечала то место на слое, где она переходят в режим ручного управления системой питателя. Поперечный шов следует прорезать в отмеченном месте для того, чтобы не допустить его прорезания в том месте, где толщина слоя уменьшается или увеличивается.



*Пример плохо подготовленной линии сопряжения. Скругленная поверхность с глубокой прорезью будет затруднять уплотнение.*



*Для поперечного шва необходимо формирование прямой вертикальной грани путем резки или фрезерования.*

Хорошо подготовленная линия сопряжения имеет вертикальную поверхность, а асфальтовый слой имеет плоскую, не скругленную и не скошенную вверх или вниз поверхность. Линия сопряжения должна быть обработана промазкой для создания связи между холодным асфальтовым слоем и горячим асфальтовым слоем. Очистите холодный слой непосредственно за линией сопряжения для того, чтобы обеспечить точность измерения высоты для выглаживающей плиты асфальтоукладчика.

Другим важным фактором устройства и уплотнения поперечного шва является установка правильно подобранных стартовых досок под выглаживающую

плиту асфальтоукладчика при опускании выглаживающей плиты на стартовую позицию. Стартовые доски задают толщину слоя до уплотнения при сходе выглаживающей плиты со стартовой позиции. При предварительной оценке можно исходить из того, что при укладке с вибрационной выглаживающей плитой припуск на уплотнение должен составлять 6 мм (1/4 дюйма) на 25 мм (1 дюйм) толщины неуплотненного слоя. Следовательно, если толщина укладываемого слоя составляет 50 мм (2 дюйма), стартовые доски должны иметь толщину 12 мм (1/2 дюйма). Если асфальтоукладчик оснащен рабочим органом с трамбуемым брусом, припуск на уплотнение будет значительно ниже, обычно на 10%, и толщина стартовых досок будет меньше.



*Пример хорошо прорезанной пилой линии сопряжения, промазанной перед началом укладки*



*Проверка толщины на линии сопряжения помогает бригаде правильно выбрать толщину стартовых досок.*





*После схода асфальтоукладчика со стартового поперечного шва необходим минимальный объем работ вручную.*

Если асфальтоукладочная бригада качественно выполнила устройство поперечного стартового шва, шов потребует лишь незначительной доработки вручную. Если шов слишком высокий или слишком низкий, потребуются выполнить существенный объем работ вручную, прежде чем начать процесс уплотнения шва. Уплотнение шва должно начинаться сразу

после устранения всех отклонений от нормы, если таковые имеются.

Технология уплотнения поперечных швов, рекомендуемая компанией Caterpillar, предназначена для уплотнения поперечного шва на стыке холодного и горячего слоев при поддержании ровности слоя перед швом.

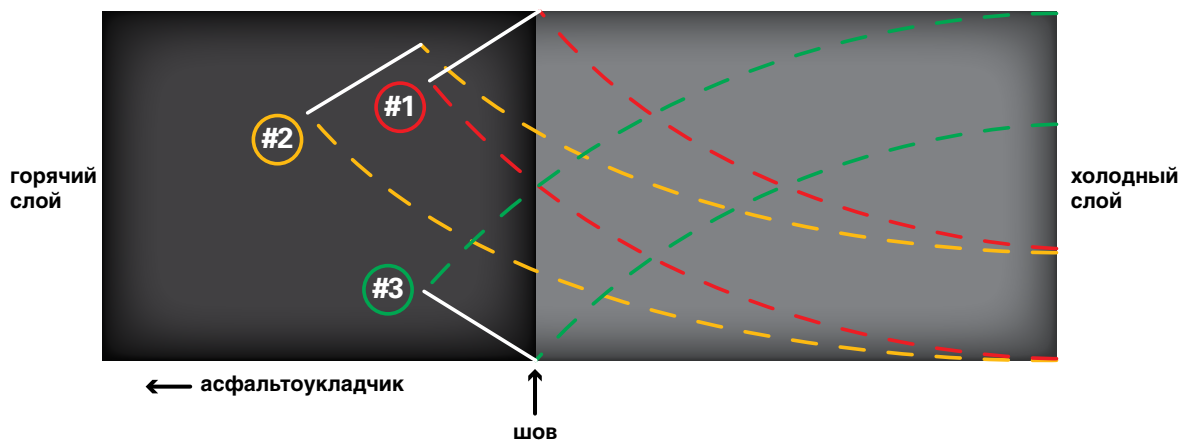


**Практический совет.** Компания Caterpillar рекомендует, чтобы бригада измеряла высоту уплотненного стартового шва. Затем вычтите это значение из толщины свежеложенного слоя, устройство которого производилась во время предыдущей смены. Результат даст точное значение толщины стартовой доски. Например, если высота уплотненного поперечного шва составляет 40 мм (1,6 дюйма) и толщина слоя, укладывавшегося асфальтоукладчиком, составляла 50 мм (2 дюйма), толщина стартовой доски должна быть как можно ближе к 10 мм (0,4 дюйма).

Оператор катка может начинать работу в центре холодного уплотненного слоя или вдоль одной из его сторон. Начав движение вперед, следует постепенно поворачивать вальцы по мере приближения к шву. Выполните уплотнение внешней части шва передним вальцом под углом в условиях нахождения обоих вальцов в статическом режиме, следя за тем, чтобы не деформировать край свежеложенного слоя, если он не имеет бокового упора. Выполните движение задним ходом по тому же следу.

Переместите каток на один край холодной уплотненной полосы. Выполните движение передним ходом в статическом режиме до переезда передним вальцом через центральную часть шва. Выполните движение задним ходом по тому же следу.

Переместите каток на середину холодной полосы. Выполните движение передним ходом до переезда передним вальцом под углом через оставшуюся внешнюю часть шва. Используя прямую рейку, убедитесь в том, что шов уплотнен до плоского состояния по всей ширине. Выполните дополнительные проходы в статическом режиме при необходимости.



Такая схема уплотнения поперечного шва имеет два преимущества. Во-первых, каток подходит к поперечному шву сопряжения горячего и холодного слоев под углом. Движение под углом способствует уплотнению горячей смеси, одновременно минимизируя тенденцию к выдавливанию вальцом смеси в направлении удаления от шва.

Во-вторых, все остающиеся отметки от остановки вальца на свежеложенном слое ориентированы под углом к направлению уплотнения. Когда каток начнет уплотнение первой захватки на начальном этапе уплотнения, следы от остановки будут устранены и зона шва станет более ровной. Следует также обратить внимание на то, как оператор в конце второго прохода подал машину дальше передним ходом для того, чтобы избежать возникновения следов от остановки в одном и том же месте.





*Каток для начального этапа уплотнения начинает уплотнение первой захватки и устраняет следы от остановки, оставшиеся при уплотнении шва.*

После надлежащего выполнения всех операций по укладке и уплотнению поперечного шва оператор катка, выполняющего начальный этап уплотнения, должен приступить к выполнению разработанной схемы укатки.

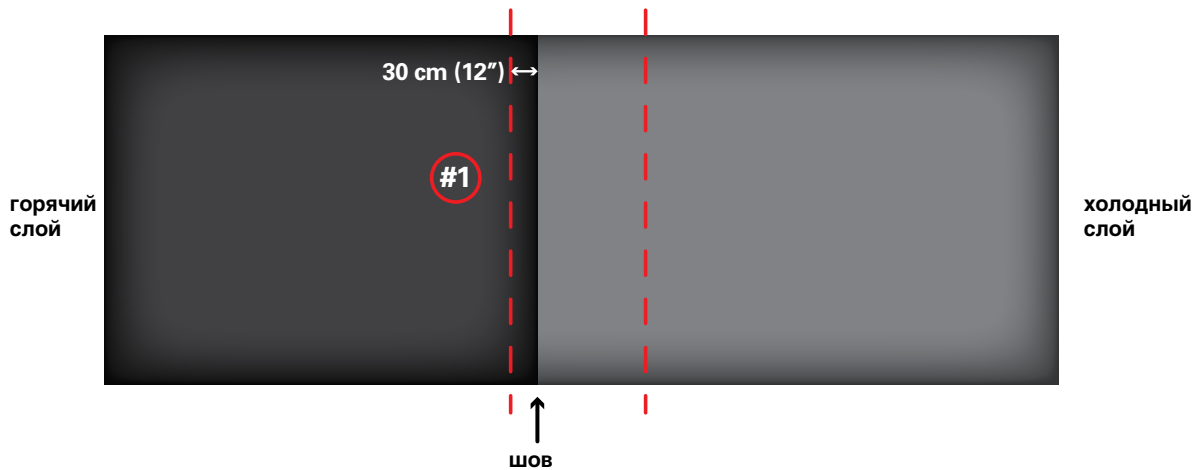
Асфальтоукладчик не должен ждать завершения уплотнения поперечного шва. Вместо этого он должен двигаться вперед с расчетной скоростью, находясь при этом к моменту начала начального этапа уплотнения на приемлемом расстоянии от шва.

Другая схема уплотнения поперечного шва, которая иногда используется, требует наличия достаточного места для приближения катка к шву сбоку.

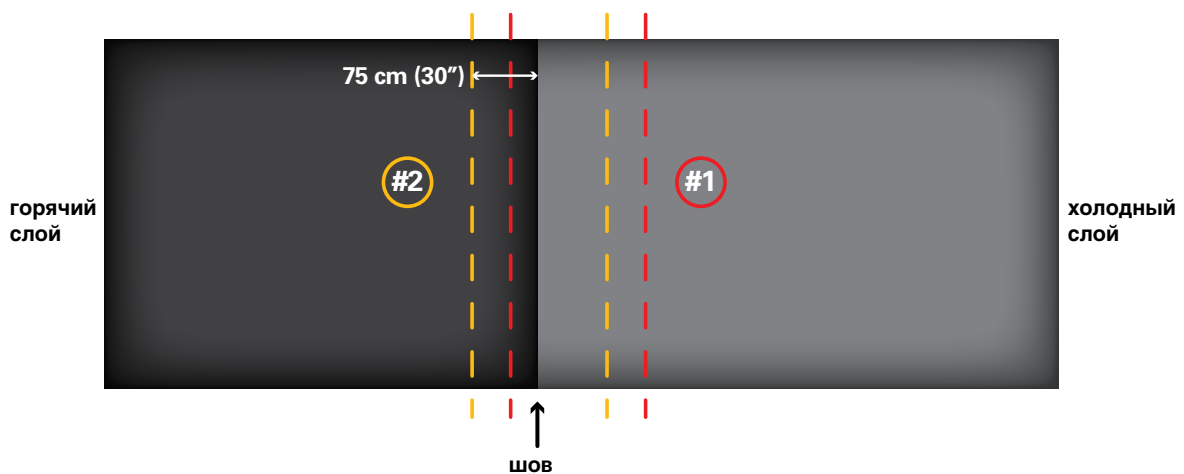
Некоторые бригады предпочитают при наличии такой возможности осуществлять уплотнение поперечного шва укаткой сбоку. Эта техника очень эффективно уплотняет шов, но оставляет следы от краев вальца, ориентированные перпендикулярно направлению уплотнения.



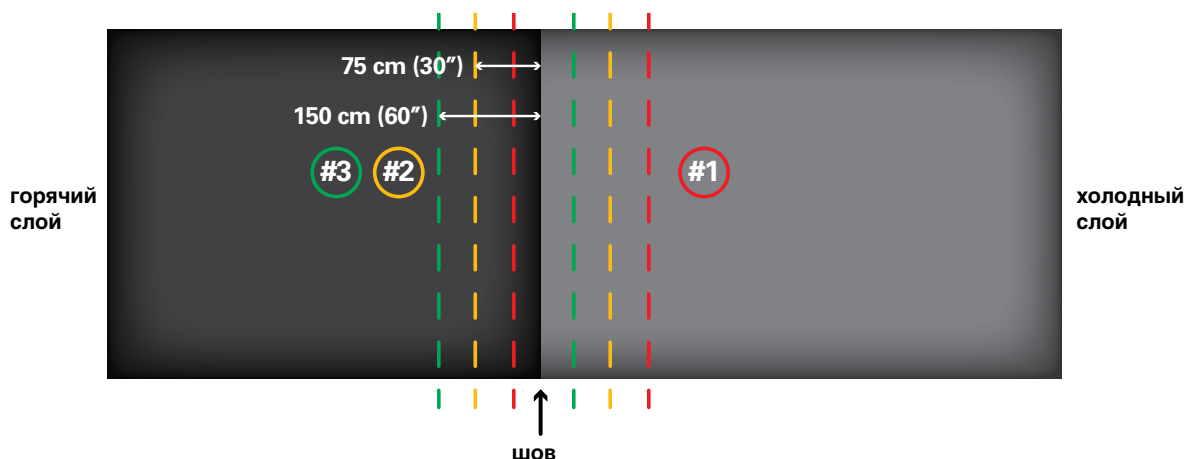
Когда место позволяет, можно производить уплотнение поперечного шва сбоку.



При уплотнении поперечного шва сбоку во время первого прохода большая часть вальцов должна находиться на холодном слое с захватом горячего слоя лишь на 30 см (12 дюймов). Затем следует проверить плоскостность шва.



При необходимости еще одного прохода для уплотнения поперечного шва следует увеличить захват горячего слоя вальцами. Большой захват поможет устранить следы, оставленные краями вальцов при первом проходе.



Если понадобится еще один проход, при поперечном проходе по шву наибольшая часть вальца должна проходить по горячему слою, чтобы устранить следы, оставленные краями вальцов. Следы, оставленные краями вальцов во время третьего прохода, ориентированы перпендикулярно направлению уплотнения. Когда каток на начальном этапе уплотнения начнет уплотнение своей первой захватки, он, как правило, выдавливает следы от краев вальцов, что может создать бугор на небольшом расстоянии от поперечного шва. Компания Caterpillar не рекомендует использовать эту схему укатки на проектах, где проводится измерение ровности.

Все проходы по поперечному шву, независимо от используемой схемы укатки, должны выполняться в статическом режиме. Для уплотнения этого шва нет необходимости включать систему вибровозбуждения вальцов. Если для уплотнения поперечного шва используется вспомогательный каток, можно при необходимости использовать низкую амплитуду вибраций.

Если шов устроен некачественно, перед началом его уплотнения может потребоваться большой объем ручной работы. Ни в коем случае нельзя использовать каток для уплотнения шва в условиях слишком толсто уложенного асфальтоукладчиком горячего слоя.

Помните, что уплотнение слоя возможно только до определенной степени. Если продолжать

вибрационную укатку шва, это приведет к разрушению заполнителей, перенапряжению слоя в этой зоне и закончится потерей плотности из-за переуплотнения.

В заключение следует отметить, что компания Caterpillar не рекомендует производить уплотнение поперечного слоя путем его укатки под прямым углом с холодной стороны на горячую.

Если каток переезжает через поперечный шов под прямым углом, валец скорее наезжает на горячий слой, чем подбирает горячую смесь под себя. К тому же валец отодвигает смесь от грани шва, что может создать большой объем пустот и привести к преждевременному разрушению шва.

**Обобщающие выводы.** Уплотнение поперечного шва является по-настоящему коллективной работой. Сначала асфальтоукладочная бригада должна выполнить устройство шва надлежащим образом, оставив правильный припуск на уплотнение и плоскую поверхность без бугров и впадин. Затем бригада, осуществляющая уплотнение, должна сделать шов плоским и уплотненным без деформации слоя или создания бугров. Использование передовых технологий играет ключевую роль в укладке и уплотнении поперечных швов.



## [ СХЕМЫ УПЛОТНЕНИЯ ПРОДОЛЬНЫХ ШВОВ ]

Устройство и уплотнение продольных швов - это еще один многоэтапный процесс, требующий соблюдения целого ряда основных правил. Подход бригады, осуществляющей уплотнение, к работе с продольными швами зависит от целей проекта.

Если основной целью является внешний вид, упор в процессе уплотнения должен делаться на то, чтобы сделать шов максимально невидимым. Внешний вид шва обычно играет наиболее важную роль для автостоянок и городских улиц.

Если основной целью является плотность шва, упор при уплотнении должен делаться на достижение высокой плотности продольного шва и прилегающей к нему зоны. Плотность шва обычно наиболее важна на дорогах с высокой транспортной нагрузкой и в аэропортах. Первой рассмотренной ниже темой будет процесс устройства продольных швов с наиболее высокой плотностью.



*Наличие прямого края линии сопряжения крайне важно для устройства качественного продольного шва.*

**Практический совет.** Полезным видом опционного оборудования для некоторых объектов является обрезной ролик. Обрезной ролик устанавливается на асфальтовые катки компании Caterpillar для обрезки краев полос, не имеющих бокового упора. Обрезанные края имеют более качественную вертикальную поверхность и лучшую линию сопряжения.



## [ ПРОДОЛЬНЫЕ ШВЫ ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ ]

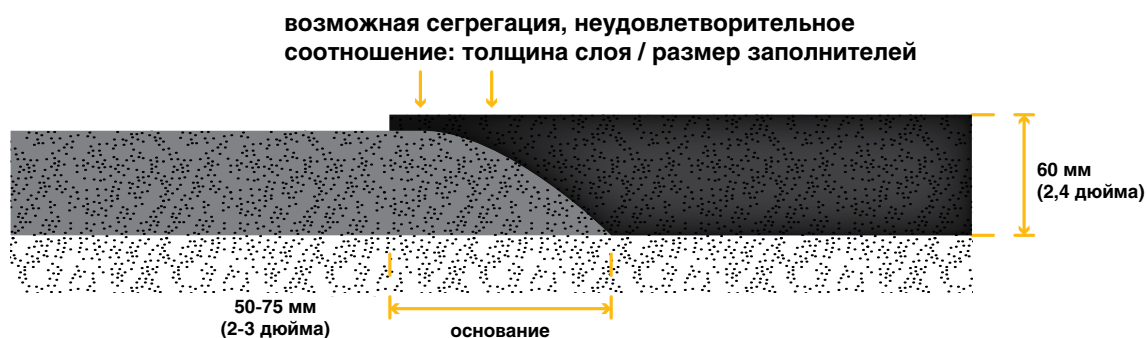
Первое, что необходимо для создания качественного продольного шва высокой плотности, - это его правильное устройство в процессе укладки. Оператор асфальтоукладчика должен иметь какую-нибудь направляющую траектории движения в виде окрашенной полосы или струны. Край шва должен быть как можно более прямым, для того чтобы максимально упростить сопряжение полос.

Кроме того, асфальтоукладочная бригада должна привести лыжу торцевого щита в контакт с асфальтируемой поверхностью. Лыжа торцевого щита должна сохранять плавающее положение на этой поверхности и обеспечивать формирование ровного вертикального края, который станет хорошей связующей поверхностью для сопряжения с другим слоем.



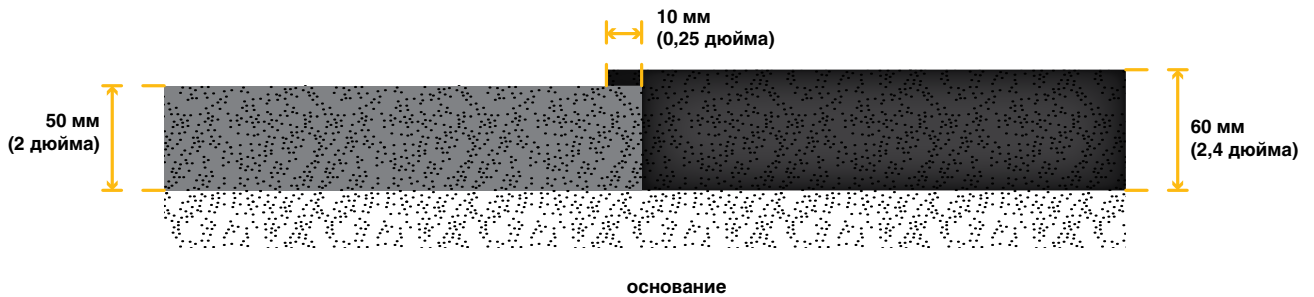
Создание вертикального края полосы без бокового упора путем перемещения торцевого щита выглаживающей плиты в плавающем положении по поверхности асфальтируемой дороги

## НЕПРАВИЛЬНЫЙ ШОВ С ВЕРТИКАЛЬНОЙ КРОМКОЙ — ТОРЦЕВОЙ ЩИТ ПОДНЯТ



Если асфальтоукладочная бригада использует выглаживающую плиту с торцевыми щитами в поднятом положении, край полосы, не имеющий бокового упора, прикатывается, особенно во время уплотнения. Косой край приводит к волочению крупных заполнителей под выглаживающей плитой во время устройства смежной полосы. При уплотнении шва можно увидеть разрушенные заполнители вдоль продольного шва. Компания Caterpillar при формировании края, который не имеет бокового упора и будет сопрягаться со смежной полосой, рекомендует всегда держать торцевые щиты опущенными в плавающем положении.

## ПРАВИЛЬНЫЙ ШОВ С ВЕРТИКАЛЬНОЙ КРОМКОЙ — ТОРЦЕВОЙ ЩИТ ОПУЩЕН

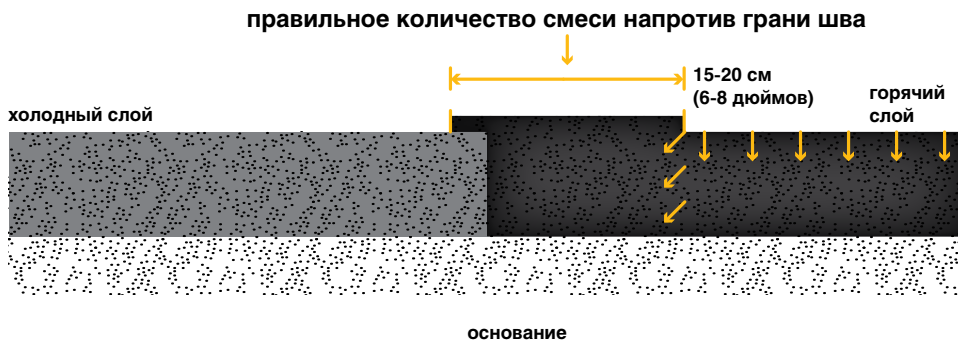


Наконец, когда асфальтоукладочная бригада устраивает продольное сопряжение по краю без бокового упора, смесь должна укладываться на холодный асфальтовый слой с нахлестом около 10 мм (0,25 дюйма). Такой нахлест необходим для гарантии наличия достаточного количества материала в зоне шва, чтобы обеспечить хорошее уплотнение, предотвращающее проникновение влаги. Толщина горячего асфальтового слоя должна учитывать припуск на уплотнение. В приведенном выше примере холодный уплотненный слой имеет толщину 50 мм (2 дюйма). Горячий слой асфальта укладывается толщиной 60 мм (2,4 дюйма). После уплотнения горячий асфальтовый слой выравнивается по высоте с холодным слоем, если бригада правильно рассчитала припуск на уплотнение. Следует помнить, что припуск на уплотнение, как правило, составляет 6 мм (1/4 дюйма) на 25 мм (1 дюйм) толщины укладываемого слоя при использовании вибрационной выглаживающей плиты и 5 мм (1/5 дюйма) на 25 мм (1 дюйм) толщины при использовании вибрационной выглаживающей плиты с трамбующим брусом. При устройстве продольного шва всегда проверяйте припуск на уплотнение свежее укладываемого слоя.

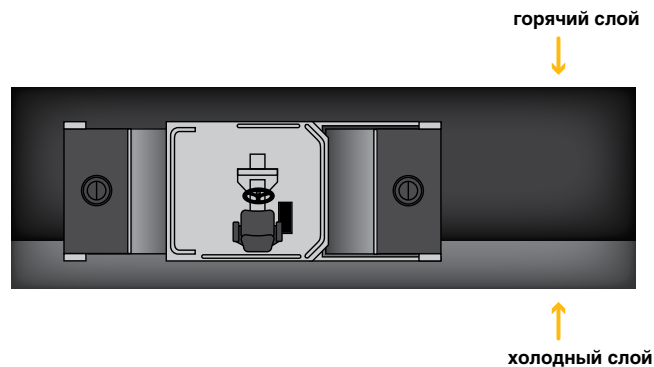
Разравнивания смеси на продольном сопряжении следует избегать. Если нахлест и высота горячего слоя соответствуют норме, в разравнивании шва нет необходимости. Допускаются наличие небольшой выпуклости или производство работ вручную в небольшом

объеме. Если перед уплотнением возникнет необходимость в слишком больших объемах работ по разравниванию, асфальтоукладочная бригада должна немедленно изменить технологию укладки смеси.

## ПЕРВЫЙ ПРОХОД ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ШВА



Когда главной задачей в процессе уплотнения является обеспечение плотности шва, первый проход катка на начальном этапе должен производиться по горячему слою с отступом на 15-20 см (6-8 дюймов) от шва. За счет удерживания вальцов на небольшом расстоянии от линии сопряжения горячего и холодного слоев асфальтобетонная смесь отжимается в направлении вертикальной грани шва. Отжим смеси в направлении шва помогает уменьшить объем пустот в слое после завершения уплотнения.



*Во время обратного прохода вдоль продольного шва вальцы должны слегка захватывать холодный слой. Такой небольшой захват начинает процесс повышения плотности и водонепроницаемости шва, а также придавливания горячего слоя, чтобы его высота сравнялась с высотой холодного слоя.*



*Пневмокоток, придающий водонепроницаемость продольному сопряжению горячего и холодного слоев*

После того как выполнен первый проход на начальном этапе уплотнения, на всех остальных этапах уплотнения и при использовании любых типов уплотнительных машин уплотнение

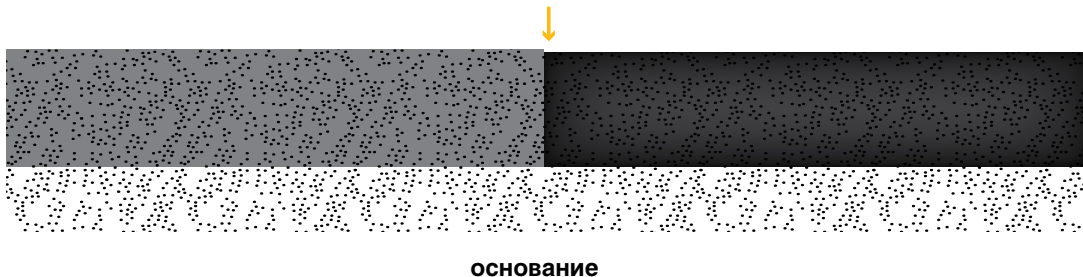
должно производиться с захватом продольного шва. Особенно хорошо дают горячий слой для выравнивания высоты двух асфальтовых слоев пневмоколесные катки.

**Практический совет.** Если для прохода с захватом шва используется виброкаток, необходимо следить за тем, чтобы величина захвата не превышала 16 см (6 дюймов). Если слишком большая часть вальца окажется на холодном уплотненном слое, это может привести к отскоку вальца. Вы можете увидеть волны на свежеложенном слое и разрушенные заполнители на холодной стороне шва.

**Практический совет.** Если холодная полоса и горячая полоса имеют разный поперечный уклон, нельзя переезжать шов с наездом на него одним колесом. Два различных уклона вдоль шва формируют двускатный поперечный профиль. Двускатный поперечный профиль служит для стока воды. Движение по шву с перехлестом приведет к вдавливанию линии перегиба, что затруднит отвод воды.

### ПРАВИЛЬНЫЙ ШОВ С ВЕРТИКАЛЬНОЙ КРОМКОЙ — ТОРЦЕВОЙ ЩИТ ОПУЩЕН

сжатие должно быть проведено без разравнивания



Уплотнение продольного шва должно привести к выравниванию высоты двух слоев и высокой степени плотности. Шов должен стать герметичным и водонепроницаемым. Следует помнить, что существуют три основных правила для достижения хорошей плотности продольного шва.

- Шов должен иметь вертикальную грань, и высота слоя перед уплотнением должна быть рассчитана правильно
- Не допускается разравнивание — наличие небольшой выпуклости допустимо
- Первый проход совершается с отступом на 15-20 см (6-8 дюймов) от шва



## [ УПЛОТНЕНИЕ ШВОВ ДЛЯ ВНЕШНЕГО ВИДА ]

На некоторых объектах основная цель — сделать продольный шов как можно более незаметным. Эта задача упрощается, если продольный шов устраивается между горячими слоями, укладываемыми одновременно несколькими асфальтоукладчиками,

работающими по эшелонной схеме. Задача улучшения внешнего вида также упрощается, если шов устраивается между горячим слоем и теплым слоем, еще сохраняющим некоторую податливость поверхности.



*Уплотнение продольного шва во время первого прохода улучшает внешний вид шва.*

Для того чтобы создать продольный шов, который будет менее всего заметным, первый проход вдоль шва следует делать с расположением основной части вальцов на холодной стороне шва и небольшим захватом горячей стороны. Во время этого прохода каток должен работать в статическом режиме, чтобы исключить отскок вальцов на холодном слое.

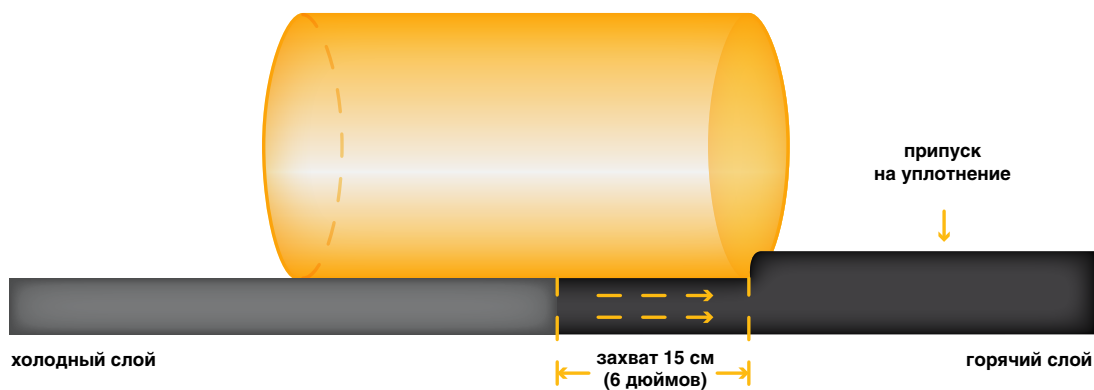
Прежде чем приступить к работе по схеме, включающей первый проход для уплотнения шва, необходимо проанализировать следующие факторы:

- Хватает ли времени для того, чтобы включить этот проход в схему укатки? Поскольку этот проход совершается в статическом режиме с расположением основной части вальцов на холодном слое, повышения плотности горячего слоя не произойдет. Возможно, вам придется повысить рабочую скорость катка для того, чтобы выдержать темп работы асфальтоукладчика. Для того чтобы проверить допустимость использования еще одного прохода, воспользуйтесь программой Cat Interactive Production Calculator.
- Насколько понизится температура слоя за время дополнительного прохода? Температура асфальтового слоя имеет решающее значение для достижения требуемой плотности. В условиях низкой температуры окружающего воздуха и малой толщины слоя тепло теряется быстро. Возможность использовать каток, выполняющий начальное уплотнение, для совершения прохода, уплотняющего шов, существует не всегда. Возможно, придется добавить еще один каток для этого дополнительного прохода.
- Достаточно ли места на холодной стороне шва для размещения катка? Когда работы ведутся на дороге или улице, вблизи продольного шва могут быть выставлены дорожные конусы или какой-нибудь барьер для недопущения работ на холодной стороне. Возможно, придется использовать каток с узкими вальцами, более пригодный для работы в стесненных условиях.

Если строится автостоянка или работы ведутся в новом жилом массиве, это, возможно, избавит вас от забот в отношении дорожного движения и свободного места. Однако,

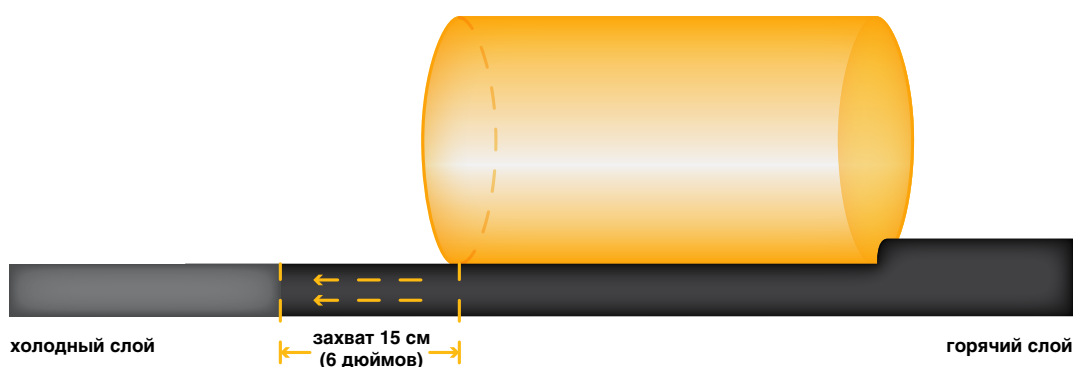
планируя включение прохода для уплотнения шва, вы всегда должны учитывать соблюдение требований к темпу работ и температуре слоя.

### ПРОДОЛЬНЫЙ ШОВ — ПЕРВЫЙ ПРОХОД



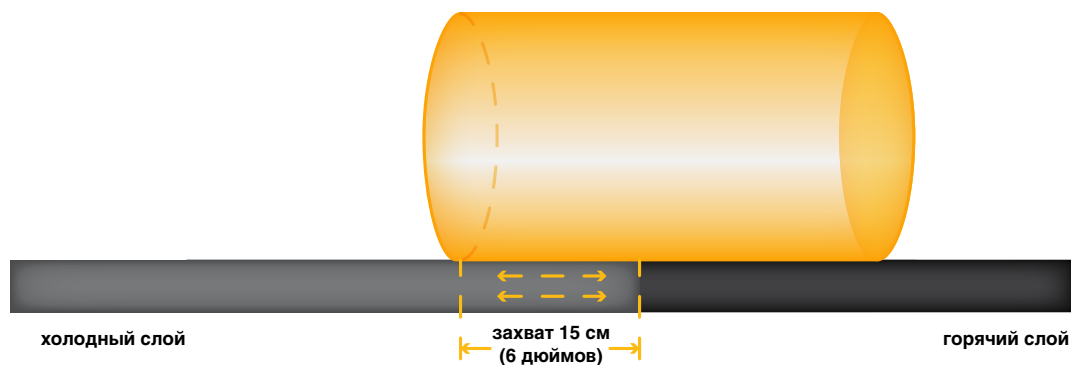
Во время первого прохода вальцы слегка захватывают горячую сторону. Если говорить о внешнем виде, то вальцы эффективно сминают горячую смесь, выравнивая высоту продольного сопряжения с обеих сторон. Если говорить о плотности, то часть смеси отталкивается от продольного шва, поскольку вблизи края вальцов нет упора.

### ПРОДОЛЬНЫЙ ШОВ — ВТОРОЙ ПРОХОД



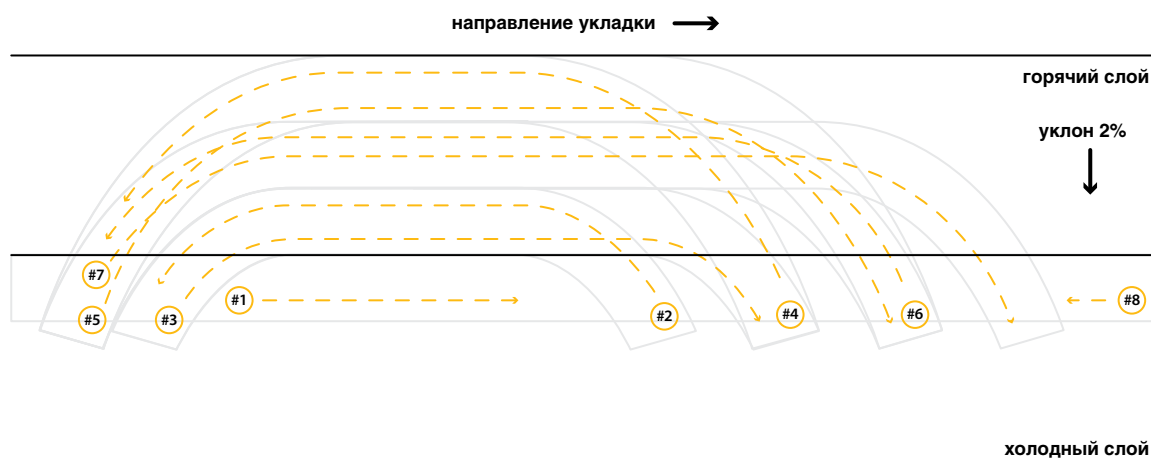
Во время второго прохода каток с обоими вибрирующими вальцами следует разместить полностью на горячем слое так, чтобы края вальцов отстояли на 15 см (6 дюймов) от кромки шва. Этот вибрационный проход начнет создавать требуемую плотность и обеспечит сдвиг небольшого количества смеси обратно к продольному шву.

## ПРОДОЛЬНЫЙ ШОВ — ТРЕТИЙ ПРОХОД



Во время третьего прохода следует разместить каток так, чтобы вальцы слегка захватывали продольный шов, а их основная часть находилась на горячем слое. Поскольку величина захвата холодного слоя мала, можно включить вибровозбудители вальцов. Все другие проходы вблизи продольного шва, если таковые предусмотрены, с использованием всех других катков могут осуществляться с захватом шва.

## ПОЛНАЯ СХЕМА УКАТКИ



Если для достижения требуемой плотности нужны два прохода, то схема укатки несколько отличается от традиционной из-за наличия первого прохода для уплотнения шва. Эта схема укатки также характеризуется преимуществом, связанным с использованием холодного слоя для остановки и реверсирования катка. Следует отметить, что во время четвертого и пятого проходов оператор перемещает каток к краю без бокового упора. Когда слой имеет наклон вниз шва к краю без бокового упора, край без бокового упора следует уплотнять после шва. Шестой и седьмой проходы завершают работу путем уплотнения средней части слоя.

В конце седьмого прохода оператор останавливает каток на холодном слое для движения назад в точке, расположенной несколько впереди конца уже уплотненной части шва. Поэтому восьмой проход - это возврат катка назад в статическом режиме с размещением основной части вальцов на холодном слое. После восьмого прохода оператор может переместить каток в точку начала уплотнения новой захватки. Из-за наличия прохода для уплотнения шва схема укатки завершается с размещением катка для начального этапа уплотнения в различных местах.

При использовании схемы укатки, подобной показанной выше, рекомендуется использовать карту подсчета проходов, которая поможет оператору обеспечить стабильность результатов работы.

## [ УПЛОТНЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ШВОВ ]

Помимо швов с вертикальной гранью, применяются также клиновые швы и клиновые швы с уступом. Применение таких типов швов может быть обязательным при строительстве автомагистралей в связи с требованиями безопасности.

Некоторые департаменты общественных работ требуют осуществлять устройство клиновых швов с уступом всюду, где существует возможность того, что край дорожной полосы, не имеющий бокового упора, будет подвергаться воздействию транспортных средств и где высота края без бокового упора составляет не менее 50 мм (2 дюймов).

Клиновой край с уступом устраивается для того, чтобы облегчить переезд автомобилей через открытый вертикальный край.

В качестве вспомогательного средства для уплотнения клиновых швов с уступом к выглаживающей плите асфальтоукладчика иногда цепляются прицепные катки. Прицепные катки обычно используются в случаях, когда асфальтовый слой имеет уступ высотой по крайней мере 50 мм (2 дюйма) и клиновую часть толщиной не менее 50 мм (2 дюйма). Правильное устройство клиновых краев с уступом является залогом достижения требуемой плотности клиновых швов с уступом.

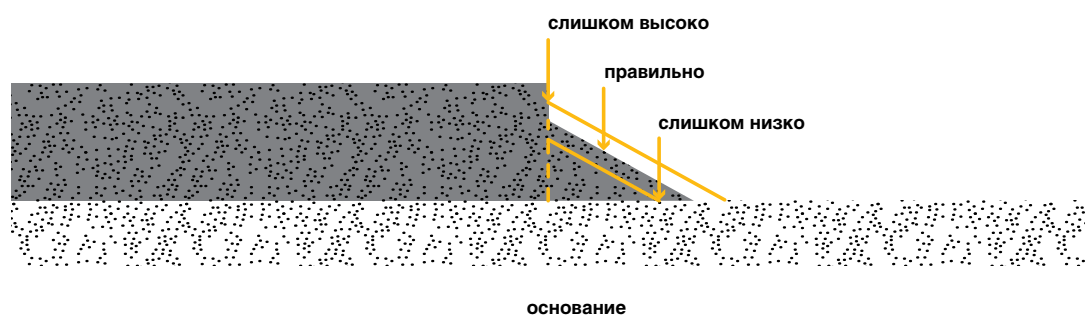


Устройство асфальтоукладчиком клинового шва с уступом



При устройстве клиновых швов с уступом могут использоваться прицепные катки

## КЛИНОВОЙ КРАЙ С УСТУПОМ

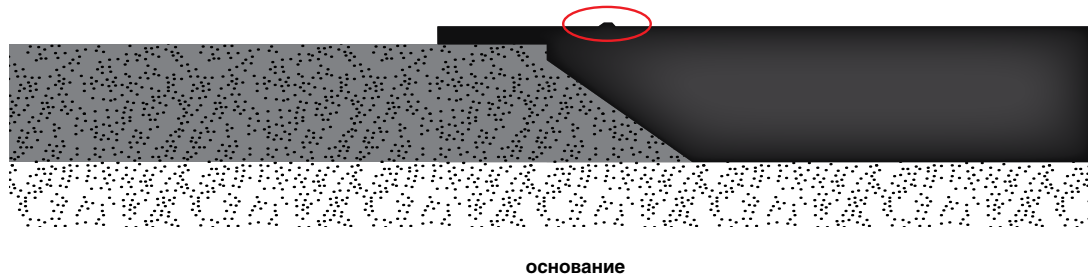


При устройстве клинового края с уступом крайне важное значение имеет правильное планирование высоты уступа и толщины клиновой части. Высота уступа должна по крайней мере вдвое превышать размер самого крупного заполнителя в составе асфальтобетонной смеси. Аналогичным образом толщина клиновой части должна по крайней мере вдвое превышать размер самого крупного заполнителя в составе асфальтобетонной смеси. Если уступ слишком низкий, будет иметь место волочение заполнителей вдоль поверхности уступа. Если клиновая часть слишком тонкая, будет иметь место волочение заполнителей вдоль края клиновой части.



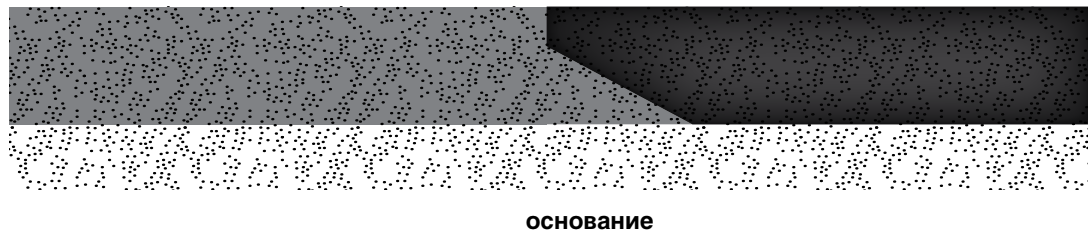
## НЕПРАВИЛЬНЫЙ КЛИНОВОЙ КРАЙ С УСТУПОМ

глубина уступа недостаточно велика



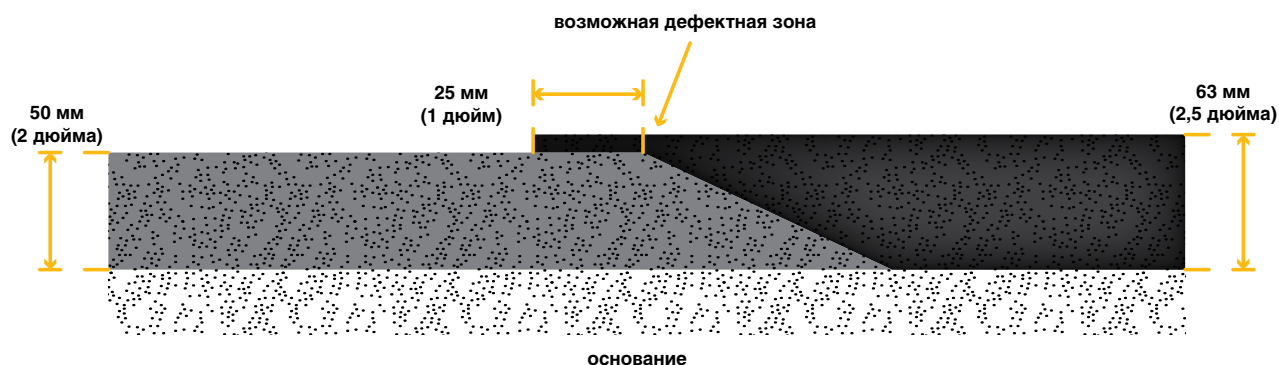
Недостаточно глубокий уступ приведет к появлению линии сегрегировавших крупных заполнителей вдоль поверхности. В этой зоне можно будет наблюдать каменные материалы без покрытия, что является признаком разрушения заполнителей из-за слишком малой толщины слоя. С течением времени через сегрегировавший материал будет проникать влага и шов начнет отделяться, что приведет к его преждевременному разрушению.

## ПРАВИЛЬНЫЙ КЛИНОВОЙ КРАЙ С УСТУПОМ

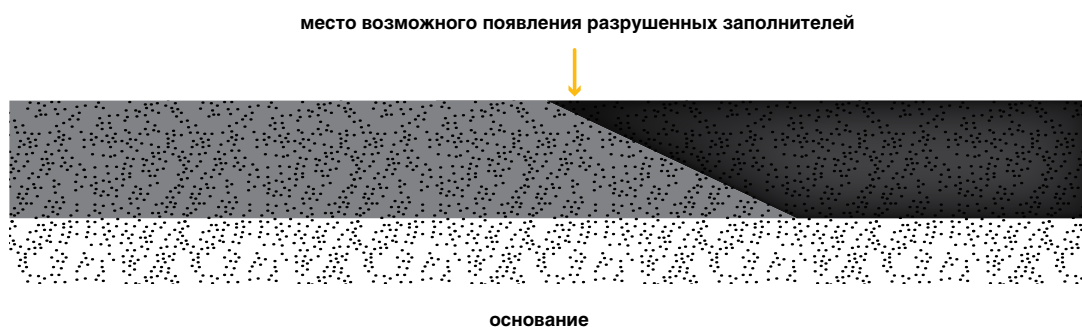


Надлежащее уплотнение клинового шва с уступом возможно тогда, когда клиновой край с уступом устроен правильно. Порядок уплотнения такой же, как при уплотнении шва с вертикальной стенкой. Первый проход вдоль продольного шва выполняется с отступом на 15-20 см (6-8 дюймов) от шва в условиях полного размещения вальцов на горячем слое. Большинство исследований показывают, что клиновые швы с уступом по плотности как минимум не уступают швам с вертикальной стенкой. Клиновые швы являются еще одной разновидностью швов, устройства которых департаменты общественных работ требуют по тем же причинам, что и клиновых швов с уступом, т. е. по соображения безопасности дорожного движения.

## КЛИНОВОЙ ШОВ



## КЛИНОВОЙ ШОВ



Клиновым швам присущ недостаток, заключающийся в малой толщине слоя вблизи линии раздела горячего и холодного слоев. Вертикальный уступ отсутствует. Имеется только скошенная под углом поверхность, или клин, на который укладывается свежий асфальт. Поэтому в верхней части клина всегда существует возможность сегрегации. Перед уплотнением можно увидеть полосу сегрегации прямо внутри шва. После уплотнения можно увидеть полосу лишенных покрытия заполнителей прямо внутри шва. Клиновые швы наиболее целесообразно устраивать, когда размер самых крупных заполнителей в смеси составляет 9 мм (3/8 дюйма). Смеси с более крупными заполнителями подвержены сегрегации в зоне клинового шва.

**Обобщающие выводы.** Подобно поперечным швам, устройство качественных продольных швов требует приложения максимума усилий как от асфальтоукладочной бригады, так и от бригады, осуществляющей уплотнение. В процессе уплотнения нельзя исправить ошибки, допущенные в процессе укладки смеси. При выявлении дефектов продольных швов следует начинать с осмотра зоны у края холодного слоя. Затем следует убедиться в том, что величина нахлеста и высота горячего слоя соответствуют норме. И наконец, следует скорректировать схему укатки таким образом, чтобы она отвечала требованиям к плотности шва или его внешнему виду.



## Раздел 7

### ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ УПЛОТНЕНИИ

Обычно проблемы в ходе уплотнения возникают вследствие изменчивости факторов, влияющих на уплотнение. Действия по выявлению причин дефектов следует начинать с изучения изменяющихся параметров процесса укладки смеси, температуры слоя, схемы укатки и скорости укатки.







*Щебеночно-мастичный асфальт с полимерно-модифицированным битумным вяжущим налипает на поверхность вальца.*

В этом разделе рассмотрены некоторые наиболее часто возникающие при уплотнении проблемы, с которыми сталкиваются операторы, персонал, отвечающий за контроль качества,

и инспекторы. Не следует придавать значения порядку, в котором излагаются проблемы. По мере возможности аналогичные проблемы сгруппированы для простоты понимания.

### **[ ПРИЛИПАНИЕ АСФАЛЬТА К СУХОЙ ПОВЕРХНОСТИ ВАЛЬЦА ]**

Наиболее частой причиной простоев двухвальцовых асфальтовых катков являются неполадки системы орошения вальцов.

Если какая-либо часть вальца не имеет водяной пленки на поверхности, на валец, скорее всего, будет налипать горячий асфальт. Чем более липкой является асфальтобетонная смесь,

тем больше беспокойств доставляет эта проблема. Небольшое количество асфальта на поверхности вальца быстро превращается в серьезную проблему. С каждым оборотом вальца количество налипшей смеси увеличивается, и на уплотняемом слое асфальта появляются выбоины.



*Выбоина на свежеложенном асфальте из-за налипания смеси на валец*



*Водяные насадки работают нормально при соблюдении регламента технического обслуживания и использовании чистой воды.*

Когда асфальт начинает налипать на поверхность вальца, работу катка следует приостановить до полной очистки вальца и устранения нарушений в работе системы орошения вальцов. Продолжение работы катка приведет к серьезному повреждению слоя, а заполнение и выравнивание выбоин потребует большого объема работ вручную.

- **Используйте чистую воду.** По возможности следует заполнять емкости водой из проверенных источников. Если приходится использовать, к примеру, воду из пруда, следует повысить периодичность технического обслуживания.
- **Заменяйте фильтры основной системы орошения.** Соблюдайте интервал замены фильтров, указанный в руководстве по эксплуатации и техническому обслуживанию машины. При засорении фильтра основной системы орошения вода поступает в распределительные трубы в обход фильтра, т. е. не фильтруется. Нефильтрованная вода с большой долей вероятности может привести к засорению разбрызгивающих насадок. Следует всегда иметь запасной фильтр на катке или в автомобиле технического обслуживания.
- **Использование впускных фильтров.** Большинство водяных баков имеют впускной фильтр внутри наливной горловины бака. Впускной фильтр обеспечивает первую ступень фильтрации воды. Не выбрасывайте впускной фильтр. Вводите шланг для подачи воды внутрь впускного фильтра.
- **Очищайте разбрызгивающие насадки.** В разбрызгивающих насадках имеются внутренние латунные или пластмассовые сетчатые фильтры. Эти фильтры следует осматривать ежедневно для проверки засорения. При необходимости следует очищать сетчатые фильтры. В случае использования загрязненной воды частоту технического обслуживания насадок

Основной причиной образования сухих участков на поверхности вальца является засорение разбрызгивающих насадок. Основными способами предотвращения засорения насадок являются соблюдение регламента технического обслуживания и использование чистой воды.

следует повысить. При засорении насадки лишь с одной стороны водяная струя сужается, что может вызвать появление сухой полосы на вальце и налипание на нее асфальта.

- **Выполняйте техническое обслуживание водораспределительных матов.** Валец имеет водораспределительный мат того или иного типа, служащий для равномерного распределения водяной пленки по поверхности вальца. По мере износа распределительных матов следует выполнять их регулировку для сохранения хорошего контакта с вальцами. Замену распределительных матов следует производить, руководствуясь показаниями индикаторов износа.
- **Выясните возможности системы орошения.** Большинство систем орошения обеспечивает разбрызгивание воды в постоянном режиме или прерывистом режиме. Нельзя пытаться сэкономить воду ценой уменьшения площади поверхности, смачиваемой водой. Лучше почаше останавливаться для дозаправки воды, чем для очистки вальцов.
- **Защищайте систему водяного орошения от действия низких температур.** Выпускается опционный комплект оборудования для использования антифриза в системе водяного орошения. Он включает отдельный бак для антифриза. В конце смены оператор может обеспечить циркуляцию антифриза через систему для предотвращения ее замерзания в ночное время.

**Практический совет.** Выясните, может ли работать система водяного орошения в случае выхода из строя водяного насоса. Большинство систем водяного орошения имеет два водяных насоса и допускает подачу воды в обе распределительные трубы от всего лишь одного насоса. Выясните, что необходимо сделать для работы с одним насосом, пока не будет заменен неисправный насос.



*Горячий асфальт может прилипнуть к резиновым шинам и затем отвалиться, значительно ухудшая ровность и внешний вид покрытия.*

### [ ПРИЛИПАНИЕ АСФАЛЬТА К РЕЗИНОВЫМ ШИНАМ ]

Асфальт может прилипнуть также к резиновым шинам. Интенсивность налипания асфальта на резиновые шины зависит, прежде всего, от липкости асфальта. Кроме того, она зависит от разности температур поверхности асфальта и резиновых шин.

Если асфальт начинает налипать на резиновые шины пневмокотка, оператор должен немедленно остановить машину и устранить проблему.

- Для очистки шин от налипшего асфальта следует использовать биоразлагаемый антиадгезив. Перед возобновлением процесса уплотнения нанесите дополнительное количество антиадгезива на шины.
- Убедитесь в том, что водораспределительные маты и скребки шин расположены правильно и находятся в хорошем рабочем состоянии.
- Переместите пневмокоток на асфальтовый слой в то место, где температура поверхности сравнительно низка.
- Прогрейте шины путем работы на теплом слое, прежде чем двигаться дальше в зону с более высокой температурой.





*Фартуки колес являются важным элементом пневмоколесных катков и должны применяться для предотвращения потерь тепла резиновыми шинами.*

Прогрев резиновых шин и поддержание их надлежащей температуры имеют очень важное значение. Фартуки колес помогают удерживать тепло в зоне передней и задней осей колес. Компания Caterpillar рекомендует использовать фартуки колес на пневмоколесных катках при уплотнении асфальта в любых условиях. Фартуки играют особенно важную роль при уплотнении асфальта, содержащего модифицированное битумное вяжущее. Если фартуки колес не установлены, шины подвергаются внешним воздействиям и могут быстро терять тепло.

Для предотвращения налипания горячего асфальта на резиновые шины иногда используют антиадгезивы. Следует всегда выяснять в департаменте общественных работ, какие антиадгезивы разрешены в применении.

Большинство катков оснащены системой орошения шин, которая часто заполняется водой с какой-нибудь добавкой. К наиболее распространенным добавкам относятся моющие средства, умягчители воды или специализированные добавки, повышающие толщину водяной пленки на шинах.

**Практический совет.** При погрузке пневмокотка на транспортное средство обязательно закатайте вверх фартуки колес и закрепите их в транспортном положении. Если оставить фартуки опущенными, колеса могут наехать на них и причинить повреждение.





*Антиадгезивы можно наносить из емкости с распылителем или при помощи системы орошения катка.*

В некоторых регионах в бак системы орошения вместо воды заправляют растительное масло. Нельзя использовать дистилляты нефти, поскольку они наносят вред асфальту и окружающей среде.

Готовя пневмокоток к перемещению в требуемое положение позади асфальтоукладчика, следует продумать способ прогрева шин. Нанесите антиадгезив (при необходимости) и поддерживайте шины горячими.

- Перед началом процесса укладки и уплотнения смеси следует привести пневмокоток в движение на поверхности с уже готовым покрытием позади точки начала уплотнения. Движение должно осуществляться на высокой скорости для того, чтобы разогреть резиновые шины за счет их деформации.
- В случае использования антиадгезива тщательно смочите им шины непосредственно перед началом уплотнения катком первой захватки.
- Проверьте температуру асфальтового слоя и переместите пневмокоток в зону с надлежащей температурой.
- Внимательно наблюдайте за признаками избыточного налипания асфальта на шины. В частности, следует обращать внимание на комки асфальта, отваливающиеся от шин при остановке и реверсировании катка.
- В случае обнаружения избыточного налипания асфальта немедленно очистите шины. Переместите каток обратно в зону более низкой температуры. Постепенно перемещайте каток вперед для того, чтобы шины успели прогреться перед достижением зоны с требуемой температурой.
- После того как шины прогреются, не давайте им остывать. В случае приостановки процесса укладки и уплотнения не останавливайте пневмокоток. Переместите каток в какое-нибудь место на асфальтовом слое, где он сможет продолжать укатку для того, чтобы сохранять резиновые шины нагретыми.

## [ ГЛУБОКИЕ СЛЕДЫ ОТ РЕЗИНОВЫХ ПНЕВМОКОЛЕС ]

Применение пневмокотков на слоях горячего асфальта, особенно тех, толщина которых составляет не менее 75 мм (3 дюйма), может привести к появлению глубоких отпечатков шин, которые плохо поддаются устранению. Такая картина, в частности, наблюдается при движении пневмокотка за асфальтоукладчиком.

Обычно пневмокоток используется на промежуточном этапе уплотнения, когда плотность асфальтового слоя уже близка к конечной требуемой плотности. Следы, оставляемые им при этом, как правило, не глубоки и могут быть устранены катком на заключительном этапе уплотнения.

Однако, если каток используется на начальном этапе уплотнения или на участке с толщиной и температурой слоя выше нормы, резиновые шины могут оставить глубокие следы, которые плохо поддаются устранению во время заключительного этапа уплотнения.

К использованию пневмокотка на начальном этапе обычно прибегают при уплотнении основания или связующего слоя, поверх

которого будет укладываться еще один слой. В такой ситуации следы от шин и недостаточно высокая ровность поверхности не составляют большой проблемы.

Использование пневмокотка на начальном этапе уплотнения верхнего слоя (слоя износа) асфальта мало распространено, поскольку ровность верхнего слоя часто измеряется. При уплотнении верхнего асфальтового слоя пневмокоток обычно используется на промежуточном этапе.

Если во время уплотнения верхнего слоя возникают глубокие следы от шин:

- Измените положение пневмокотка, увеличив его расстояние от асфальтоукладчика, чтобы движение катка происходило по более холодному асфальтовому слою, или
- Понижьте давление в шинах для того, чтобы несколько увеличить их площадь контакта и снизить опорное давление.



*Следы от шин пневмокотка обычно можно устранить катком на заключительном этапе уплотнения.*



*Глубокие следы от шин, появившиеся в результате работы на толстом слое размягченной смеси, плохо поддаются устранению.*

### [ СЛЕДЫ ОТ УДАРОВ ВИБРОВАЛЬЦОВ ]

При воздействии на асфальтовый слой слишком высокой энергии уплотнения на поверхности асфальтового слоя могут появиться следы от ударов, не устранимые на заключительном этапе.

В разделе 2 «Силы, вызывающие уплотнение» было разъяснено влияние веса и амплитуды. В разделе 3 вы узнали о других факторах, таких как рабочая скорость и толщина слоя, влияющих на процесс уплотнения. Причина следов от ударов вальцов на асфальтовом слое, которые видны на нижней левой фотографии, вполне очевидна.

Каток выполнил большое количество медленных проходов в вибрационном режиме с захватом шва между асфальтовым слоем и бетонным водосточным желобом для того, чтобы уменьшить высоту асфальтового слоя и добиться меньшего перепада высот. Очевидно, что на этом участке имел место отскок вальцов. Можно видеть даже возникшую в результате белой припорошенной поверхности, указывающую на разрушение зерен заполнителей. В данном случае виновником проблемы была асфальтоукладочная бригада,

которая уложила слой слишком большой высоты. Каток позволяет уменьшить толщину только до определенного предела. Когда слой становится плотным, вальцы начинают козлить и появляются следы от ударов.

Если вы почувствуете возникновение отскока вальцов или обнаружите появление следов от ударов на поверхности асфальтового слоя, следует провести анализ и откорректировать один или несколько из следующих переменных параметров:

- Проверьте рабочую скорость и убедитесь в том, что она находится в диапазоне 26-46 ударов на метр (8-14 ударов на фут).
- Выполните переключение на более низкую амплитуду.
- Выполните переключение на более высокую частоту, если такая возможность имеется на машине.
- Выключите вибровозбудитель одного вальца, оставив его включенным на другом.
- Перейдите в статический режим работы.



*Следы от ударов вальцов на фотографии выше. Справа - применение схемы укатки, не деформирующей горячий асфальт при реверсировании направления движения.*





## [ РЕВЕРСИРОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ НА ГОРЯЧЕМ АСФАЛЬТОВОМ СЛОЕ ]

Большинство схем укатки вальцовыми виброкатками предусматривают остановку катка и реверсирование направления движения на горячем асфальтовом слое. Рассмотрению схем укатки был посвящен раздел 5. В этом разделе мы рассмотрим проблемы, вызываемые остановкой на свежем асфальтовом слое, которые могут иметь серьезное значение.

Жестковальцовый каток всегда останавливается под углом к направлению укладки асфальта, когда меняет направление движения на противоположное в конце прохода. След от остановки, расположенный под углом, составляющим по крайней мере 30°, проще устранить следующему катку. Следует предусмотреть использование катка, ширина вальцов которого позволяет делать поворот и останавливаться под углом для реверсирования направления движения.

Оператор столкнется с трудностями при остановке и реверсировании на сравнительно узкой полосе, если использует каток

с вальцами шириной 200 см (79 дюймов) или еще больше. Перед началом работ на объекте следует проверить знание всех значений ширины полос уплотнения, с которыми придется столкнуться бригаде, осуществляющей уплотнение. Для согласования производительности катков с производительностью асфальтоукладчика используйте какое-либо средство, такое как программа Cat Interactive Production Calculator.

При выборе вальцов можно руководствоваться общим правилом, что ширина вальцов должна перекрывать ширину уплотняемого слоя за три прохода с захватами. Такие катки будут иметь больше свободного места для поворотов под углом на свежем асфальтовом слое. Если темп работ обуславливает необходимость выбора катков с более широкими вальцами, перекрывающих уплотняемый слой за два прохода с захватами, следует помочь операторам катков разработать такую схему укатки, которая не будет приводить к деформации горячего асфальта.





### [ ОСТАНОВКА НА НЕКОТОРОЕ ВРЕМЯ НА АСФАЛЬТОВОМ СЛОЕ ]

Асфальтовый каток любого типа запрещается останавливать для ожидания на асфальтовом слое, если этот слой еще не полностью укатан и не остыл до температуры ниже 20°C (70°F). Особенно важно не останавливать

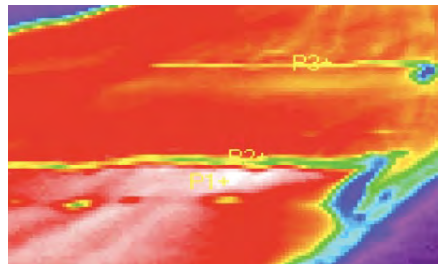
каток для ожидания на асфальтовом слое, ровность которого подлежит контролю. Следует прилагать все усилия к тому, чтобы останавливать каток в местах, не вызывающих повреждения свежеложенного слоя.



*Каток остановленный под углом с частичным заездом на обочину.*



*Следы, оставшиеся после шестиминутной остановки.*



*Тепловое изображение, на котором видны холодные участки.*

Всякий раз, когда каток останавливается и остается на свежем асфальтовом слое, вальцы или шины катка оставляют вмятины на этом слое. На фотографиях показаны последствия шестиминутной остановки на асфальтовом слое. В данном случае асфальтоукладчик остановился, ожидая подъезда доставочных машин. Каток, выполняющий начальный этап уплотнения, завершил работу на захватке, и оператор остановил его под углом, разместив вальцы частично на аварийной полосе шириной 90 см (3 фута) и частично на полосе движения, ровность которой подлежит контролю.

Через шесть минут процесс укладки смеси возобновился и оператор катка приступил к уплотнению новой захватки. На изображении слоя в месте нахождения катка видно, что в том месте, где находились вальцы, образовались вмятины, заполнившиеся водой.

Тепловое изображение показывает, что вальцы вызвали значительную потерю тепла в том месте слоя, где они находились. Температура слоя в месте, где располагались вальцы, составляет 65°C (150°F). Для уплотнения слоя требуются еще два этапа - промежуточный и заключительный. Однако температура слоя на этом участке намного ниже, чем на обычной захватке.

В конце смены после заключительного уплотнения ровность полосы движения была измерена профилографом. Индекс профиля в том месте, где в течение шести минут находился каток, показывает две вогнутости и выпуклости, вызванные вальцами и не устраненные в ходе промежуточного и заключительного этапов уплотнения. Индекс профиля служит доказательством того, что парковка на горячем слое в течение любого промежутка времени и под любым углом с высокой долей вероятности приведет к образованию неустраняемых вмятин на слое.

Если процесс укладки прерывается, компания Caterpillar рекомендует останавливать соответствующий каток на холодной и полностью уплотненной поверхности или на той части уплотняемого слоя, которая не является полосой движения. Если подходящего места для остановки не имеется, оператор катка должен выключить вибрационную систему, переместить каток на асфальтовый слой, находящийся на удалении от текущей захватки, и продолжать движение на малой скорости по этому слою до возобновления процесса укладки.

## [ ОСТАНОВКИ ДЛЯ ЗАПРАВКИ ВОДОЙ ]

В зависимости от объема баков системы водяного орошения и погодных условий вальцовому катку требуется делать остановки для заправки водой один или несколько раз за смену. Важно, чтобы бригада планировала остановки на заправку водой, чтобы избежать длительных приостановок процесса уплотнения и исключить остановки катка на любых участках асфальтового слоя, являющихся частью полосы движения. Следует соблюдать определенные рекомендации для минимизации дезорганизации работы во время остановок на заправку водой.

При остановке для заправки баков системы водяного орошения останавливайте каток на холодной уплотненной поверхности или на обочине. Зачастую это означает, что водяная автоцистерна должна иметь длинный шланг. В некоторых случаях водяная автоцистерна должна останавливаться на холодной поверхности и перебрасывать водяной шланг через полосу движения шириной 3,65 м (12 футов), для того чтобы достать до катка, остановленного на обочине с противоположной стороны. Следует заранее осуществлять планирование на каждом объекте, зная максимальную длину шланга, которая потребуется для заправки водой. Убедитесь в том, что длина водяного шланга достаточна для каждой ситуации.

На некоторых объектах уплотняемый участок может представлять собой полосу с двумя краями без боковых упоров и без асфальтируемой

обочины для остановки катка. Или он может представлять собой полосу с одним краем без бокового упора и без места с противоположной стороны для съезда катка с уплотняемой полосы. В таких случаях следует заранее предусматривать наличие прочных досок для того, чтобы размещать их вдоль не имеющего бокового упора края уплотняемой полосы. Используя эти доски в качестве опоры, каток сможет съезжать с полосы и заезжать на нее, не разрушая край без бокового упора.

Важное значение имеет минимизация затрат времени на остановки для заправки водой. Возможно, процесс укладки придется приостанавливать на время, пока каток (-ки) не возобновит работу на захватке (-ках). Или, в зависимости от рабочего объекта и типов катков, возможно, удастся перемещать промежуточный каток на территорию начального этапа уплотнения, пока каток, осуществляющий начальный этап уплотнения, заправляется водой.

Вне зависимости от действий, предпринимаемых вами во время процесса заправки водой, существует вероятность того, что температура слоя будет неравномерно меняться и плотность также будет меняться в соответствии со степенью снижения температуры. Один из способов экономии времени на остановки для заправки водой заключается в размещении водяной автоцистерны в удобном месте, позволяющем быстро выполнить заправку катка.



Слева каток, остановленный во время заправки водой на обочине, для того чтобы исключить образование вмятин на полосе движения. Справа применение при необходимости средств для съезда катка с полосы, край которой не имеет бокового упора.

## КАЛЬКУЛЯТОР УПЛОТНЕНИЯ

Грузовой транспорт		
Скорость асфальтоукладчика		
Уплотнение		
Валкование		
<b>Темп укладки</b>		
Уклон		
Толщина		
Сводные данные по объекту		
Законодательство		
<b>Выход</b>		

<b>Общие исходные данные</b>		
Толщина слоя:	[ 2,95 ] дюйма	[ 75,0 ] мм
Ширина полосы уплотнения:	[ 12,00 ] футов	[ 3,658 ] м
Плотность материала до уплотнения:	[ 130 ] фунт/куб. фут	[ 2082 ] кг/м³
Вместимость самосвала или общий тоннаж:	[ 881,8 ] кор. тонн	[ 800,0 ] т
<b>Длина полосы при темпе укладки 100%:</b>	<b>[ 4598,70 ] футов</b>	<b>[ 1402 ] м</b>
Фактическая длина полосы укладки:	[ 4691,60 ] футов	[ 1430 ] м
<b>Темп укладки в % относительно темпа, рассчитанного по вместимости самосвала или тоннажу:</b>	<b>[ 102 ]</b>	

<b>Толщина:</b>	[ 2,95 ] дюйма	[ 75 ] мм
<b>Длина полосы укладки:</b>	[ 4691,6 ] футов	[ 1430 ] м
<b>Ширина:</b>	[ 12 ] футов	[ 3,658 ] м

Использование подпрограммы "Темп укладки" в составе программы Cat Interactive Production Calculator помогает определить положение водяной автоцистерны.

Пример использования программы Cat Interactive Production Calculator демонстрирует важность планирования размещения водяной автоцистерны. На данном объекте производительность составляет 200 тонн (220 кор. тонн) в час. Ширина полосы уплотнения составляет 3,65 м (12 футов). Толщина укладываемого слоя составляет 75 мм (3 дюйма). Плотность смеси после укладки выглаживающей плитой составляет 2082 кг/см³ (130 фунт/куб. фут). Укладка одной полосы автомагистрали ведется непрерывно в течение всей смены.

Исходя из вместимости водяных баков и погодных условий, каток должен останавливаться для заправки водой через каждые четыре часа. За четыре часа асфальтоукладчик укладывает 800 тонн (880 кор. тонн) смеси. После ввода всех этих данных в подпрограмму расчета

темпа укладки мы получим результат 1402 м (4598 футов) укладки смеси за четыре часа. Теперь следует найти на рабочем объекте место, которое должно находиться вблизи рассчитанного расстояния, характеризующего темп укладки, быть удобным для парковки водяной автоцистерны и быть пригодным для остановки катка. При отсутствии места для остановки катка без деформации слоя следует предусмотреть возможность съезда катка со слоя при помощи досок.

Наличие автоцистерны, ожидающей в требуемом месте, и персонала, готового выполнить заправку баков системы водяного орошения, позволяет сократить перерывы в работе и минимизировать изменения температуры слоя.

### [ УПЛОТНЕНИЕ В МЕСТАХ С МАЛЫМ РАДИУСОМ ПОВОРОТА ]

На некоторых объектах, в частности улицах и автостоянках, есть места, где катку приходится работать, двигаясь по кривой (тупики, огибание различных препятствий). Для того чтобы не

допустить деформации свежеложенного слоя при уплотнении искривленных участков, необходим правильный выбор оборудования и технологий.



*Полоса, укатанная обычным катком с шириной вальцов 170 см (67 дюймов) путем его непрерывного движения по кривой*



*Разрушение свежего асфальта из-за растягивания слоя внешним краем вальца.*

Всякий раз, когда полоса укатки имеет изгиб с малым радиусом кривизны, непрерывный проход по этому участку обычного высокопроизводительного вальцового катка приводит к повреждению слоя. Внешний край вальца проходит большее расстояние, чем внутренний край. Поэтому внешний край, проходя изгиб дороги с такой же частотой вращения, как внутренний, проскальзывает, растягивая слой.

Если в наличии имеется только один каток и он представляет собой обычный высокопроизводительный каток, следует использовать уникальную схему укатки для того, чтобы не допустить повреждения слоя.

Оператор должен направить каток на участок поворота дороги вдоль одного края полосы. Направьте каток передним ходом (1) на участок поворота и остановите каток под углом вблизи внешнего края участка поворота. Выполните движение задним ходом по тому же следу.

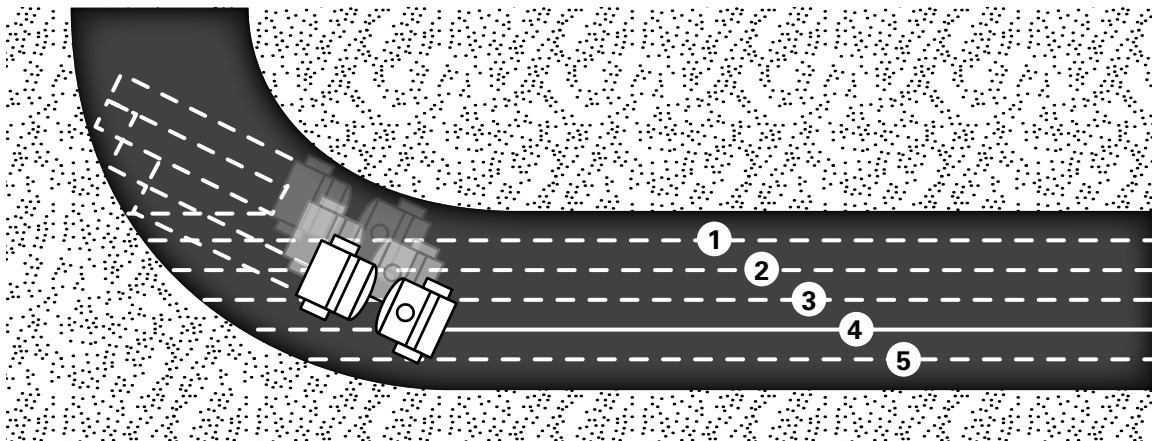
Переместите каток на центр полосы (2) с небольшим захватом следа первого прохода и выполните движение передним ходом на участок поворота, вновь остановив каток под углом вблизи внешнего края участка поворота. Выполните движение задним ходом по тому же следу.

Повторите проходы по этой схеме столько раз, сколько потребуется (3, 4, 5) для того, чтобы обработать участок по всей ширине.

Переместите каток в начало участка поворота дороги так, чтобы он находился под углом к проходам, уже выполненным в зоне поворота. Путем проходов передним и задним ходом завершите уплотнение оставшейся части участка.

Затем переместите каток на середину участка поворота для того, чтобы начать выполнять прямые проходы из этой зоны.

**ИЗВИЛИНЫ ДОРОГ И ПЕРЕКРЕСТКИ**



*Схема уплотнения участка на повороте дороги обычным вальцовым катком*





*Вспомогательные катки упрощают уплотнение участков вокруг препятствий без повреждения свежего асфальта.*



*Катки с разрезными вальцами могут выполнять уплотнение на поворотах без повреждения свежего асфальта.*

На работах с низкими темпами ведения работ уплотнение криволинейных участков осуществляют иначе, используя вспомогательный каток.

Катки вспомогательного типоразмера с шириной вальцов менее 1 м (40 дюймов) могут совершать повороты с меньшим радиусом без повреждения свежеложенного слоя. При устройстве покрытий в тупиках, на городских улицах, автостоянках и других объектах с низкой производительностью работ вспомогательный каток обеспечивает универсальность и обычно позволяет вести уплотнение с производительностью, достаточной для того, чтобы не отставать от процесса укладки.

Еще одним вариантом решения этой проблемы, доступным в некоторых регионах, является асфальтовый каток с разрезными вальцами. Такие машины имеют уникальную ходовую систему с синхронизацией рулевого управления

и частоты вращения вальцов для того, чтобы одна половина вальца вращалась быстрее, чем другая половина. При повороте рулевого колеса внешняя половина вальца (ближняя к дальней от центра поворота бровке уплотняемой полосы) вращается быстрее, чем внутренняя половина вальца (ближняя к ближней от центра поворота бровке уплотняемой полосы). Чем больше угол поворота рулевого колеса, тем больше разность частот вращения обеих половин вальцов. Таким образом, половины вальцов проходят различное расстояние за одно и то же время. Свежеложенный слой достигает требуемой плотности без повреждения.

Если модели с разрезными вальцами можно приобрести в вашем регионе и вы работаете на объектах с необходимостью уплотнения криволинейных участков, компания Caterpillar рекомендует включить один или несколько катков с разрезными вальцами в ваш парк машин.

**Практический совет.** Эта схема уплотнения участков на поворотах дороги увеличивает число проходов и требует точного позиционирования катка. Все эти действия отнимают время, за которое асфальтоукладчик может уйти далеко вперед, и слой потеряет слишком много тепла, прежде чем каток начального этапа начнет его уплотнение. Компания Caterpillar рекомендует, чтобы асфальтоукладчик делал кратковременные остановки, например трехминутные, по завершении укладки смеси на поворотах дороги. Такие короткие остановки асфальтоукладчика не отразятся серьезно на температуре смеси и позволят катку, осуществляющему начальное уплотнение, выдерживать темп работ, задаваемый асфальтоукладчиком.

## [ НЕРАВНОМЕРНАЯ ПЛОТНОСТЬ ]

Требования многих департаментов общественных работ в настоящее время включают не только достижение высокой плотности асфальтового слоя, но и однородности этой плотности. Возможно применение финансовых рычагов, основанных на получении среднеквадратического отклонения или процента случаев в пределах технических норм по результатам исследований многочисленных кернов.

В обязанности асфальтоукладочной бригады входит предоставление однородного асфальтового слоя для начального этапа укатки. Слой позади асфальтоукладчика должен иметь в максимально возможной степени:

- Однородную плотность
- Однородную толщину
- Однородную температуру



*Согласованная и стабильная работа асфальтоукладчика и катка, осуществляющего начальное уплотнение, является залогом достижения однородной плотности.*

**Практический совет.** Компания Caterpillar рекомендует периодически проверять плотность и температуру поверхности слоя за асфальтоукладчиком по всей ширине слоя. Департамент общественных работ может иметь нормативную документацию, регламентирующую плотность и температуру поверхности слоя за асфальтоукладчиком. Как правило, плотность слоя не должна изменяться по ширине более чем на  $60 \text{ кг/м}^3$  (5 фунт/куб. фут). Температура поверхности не должна изменяться по ширине слоя более чем на  $10^\circ\text{C}$  ( $23^\circ\text{F}$ ).

## ПРОБЛЕМЫ

Каждый каток в процессе уплотнения, особенно каток, осуществляющий начальное уплотнение, также должен соблюдать единообразие при работе для достижения стабильной высокой плотности. Каждый каток должен работать таким образом, чтобы обеспечивать:

- Неизменную схему укатки
- Неизменное усилие уплотнения
- Неизменную рабочую скорость
- Одинаковую температурную зону



*Соблюдение неизменной схемы укатки и обеспечение однородной плотности за асфальтоукладчиком может быть трудной задачей.*

Некоторые операторы не справляются с повторением одной и той же схемы укатки, следуя за асфальтоукладчиком. Они не всегда уплотняют каждый участок слоя одинаковое число раз. Поэтому проверки плотности работником, отвечающим за контроль качества, будут давать разные результаты. Если такое происходит, работник, отвечающий за контроль качества, или инспектор должен, работая вместе с оператором катка, установить схему укатки и убедиться в том, что эта схема повторяется.

Также следует убедиться в том, что скорость укатки смеси остается неизменной. Часто персонал, осуществляющий уплотнение и контроль качества, не оповещают

об изменениях скорости укладки. Это приводит, например, к тому, что схема укатки, ранее вполне себя оправдывавшая, вдруг приводит к отставанию катка от асфальтоукладчика и работе в зоне с более низкой температурой. Каток отстает из-за увеличения скорости укладки. Оператор пытается изменить схему укатки, чтобы оставаться вблизи от асфальтоукладчика.

Нельзя изменять скорость укладки, не сделав двух вещей. Во-первых, нужно оповестить об изменении скорости бригаду, осуществляющую уплотнение. Во-вторых, нужно убедиться в том, что каток, осуществляющий начальное уплотнение, сможет выдерживать темп работ асфальтоукладчика, если скорость увеличится.





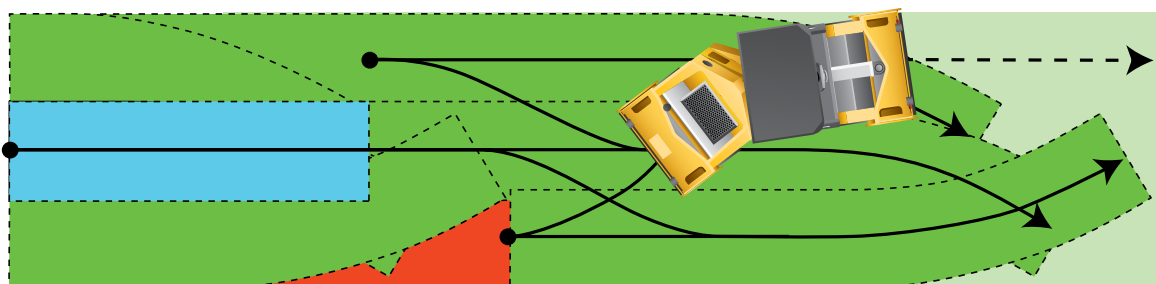


Новые технические средства помогают операторам четко соблюдать схемы укатки.

По заказу покупателя асфальтовые катки могут оснащаться дополнительным оборудованием, помогающим операторам сохранять неизменными схемы укатки. Дисплеи на рабочем месте оператора могут быть запрограммированы на отображение места расположения катка на уплотняемом слое и стадии выполнения схемы укатки.

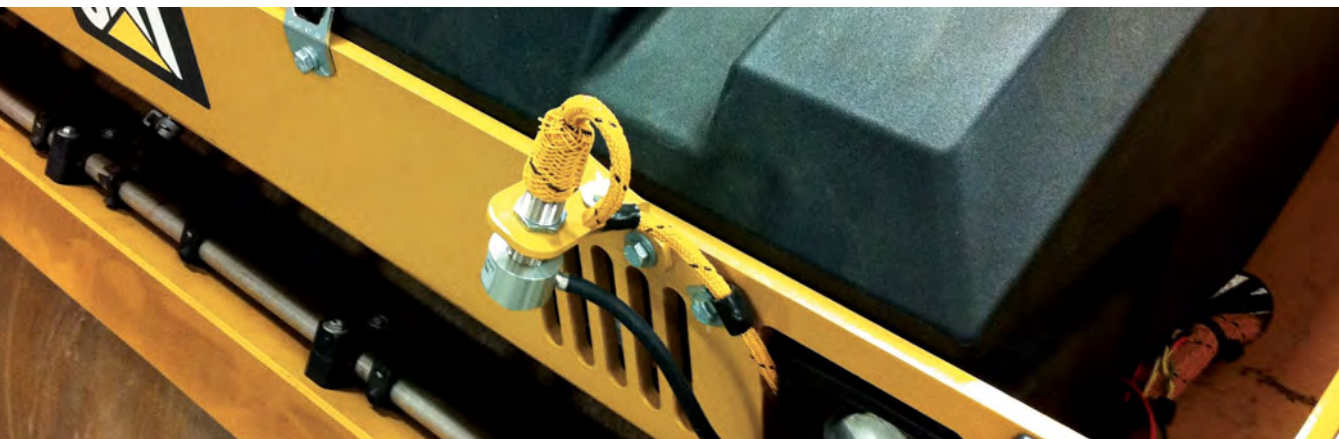
Глобальные навигационные системы позволяют создавать очень точные карты захваток для

уплотнения. Можно запрограммировать требуемое число проходов. В этом случае зоны на экране будут отображаться различными цветами после выполнения по ним проходов. Оператору не нужно определять место в конце захватки для осуществления реверсирования. Снижается вероятность пропуска оператором каких-либо участков захватки, поскольку на экране сразу же отображается оповещение, требующее быстрых действий по исправлению ситуации.



Пример карты с подсчетом числа проходов



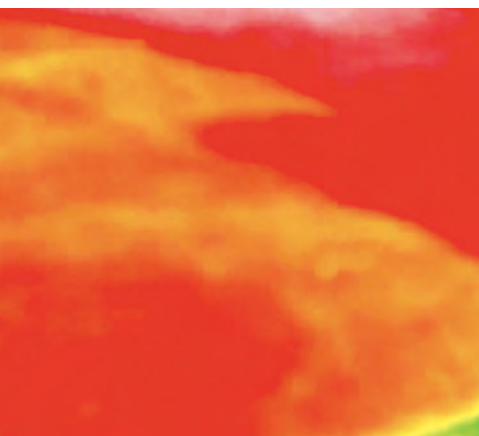


*Инфракрасные датчики посылают данные о температуре на дисплей на рабочем месте оператора.*

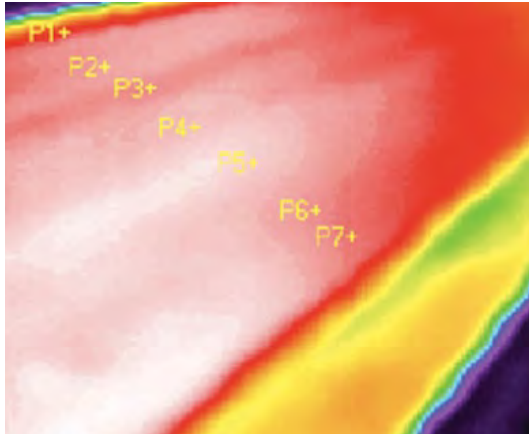
Инфракрасные датчики температуры являются еще одним видом приборов, которые устанавливают на некоторых асфальтовых катках по требованию заказчика. На катках компании Caterpillar датчики устанавливаются в передней и задней частях машины. Датчики непрерывно очищаются сжатым воздухом, который исключает оседание пыли, копоти и влаги на линзах датчиков. Системы контроля температуры обладают высокой точностью и обеспечивают постоянное отображение результатов измерений на дисплее, расположенном на рабочем месте оператора. Оператор знает не только о расположении машины относительно заданной схемы укладки, но и о ее расположении относительно зоны с требуемой температурой.

Большие колебания температуры вызываются длительными остановками асфальтоукладчика. Тот участок слоя, который находится под выглаживающей плитой, остается горячим, поскольку он укрыт. Тот участок слоя, который находится за выглаживающей плитой, теряет тепло, поскольку подвергается воздействию окружающей среды.

Потеря тепла зависит от толщины слоя, температуры воздуха и скорости ветра. Если температура слоя изменится более чем на 15°C (30°F), это вполне может привести к значительному отклонению плотности. Для того чтобы способствовать обеспечению одинаковой плотности, остановки асфальтоукладчика не должны превышать пять минут.



*Изменение температуры, вызванное 10-минутной остановкой асфальтоукладчика. След от выглаживающей плиты на инфракрасном снимке не виден на цифровом снимке.*



*Изменения температуры, вызванные малой толщиной слоя на обочине*

В некоторых случаях толщина слоя изменяется по ширине слоя. Более тонкий участок слоя теряет тепло быстрее, чем более толстый. На иллюстрации, приведенной выше в качестве примера, обочина расположена выше, чем полоса движения на этом участке рабочего объекта. Толщина слоя, формирующего полосу движения, была задана равной 50 мм (2 дюйма). На обочине толщина слоя уменьшилась приблизительно до 25 мм (1 дюйм). Плотность значительно колеблется из-за разной температуры, а также из-за того, что в тонкой части слоя отношение толщины слоя к размеру заполнителей ниже, чем в толстой части.

В данном случае все проверки плотности, сделанные на обочине, дали результаты, не отвечающие минимальным требованиям, тогда как все проверки плотности, сделанные на полосе движения, показали, что плотность отвечает требованиям.

Всегда существует причина, обуславливающая колебания плотности. При выявлении причины колебаний плотности следует проверить наличие изменений в процессе укладки смеси, температуре слоя, схемах укатки и скорости укатки.

**Практический совет.** Контроль температуры при помощи датчиков с выводом результатов на дисплей имеет особенно важное значение при уплотнении смесей, имеющих интервал размягчения. Оператор может использовать информацию о температуре на дисплее для того, чтобы убедиться в том, что каток, осуществляющий начальное уплотнение, находится перед интервалом размягчения, а каток, осуществляющие промежуточное уплотнение, находится позади интервала размягчения.

**Обобщающие выводы.** Проблемы, возникающие при уплотнении, могут быть вызваны целым рядом факторов. Неудовлетворительное техническое обслуживание системы вальцов, недостатки планирования, неправильный выбор оборудования и слабая подготовка оператора - это лишь некоторые из факторов, способных вызвать проблемы в процессе уплотнения. Некоторые смеси труднее укладывать и уплотнять, чем другие. В некоторых случаях, когда смесь используется впервые, экспериментирование на рабочем месте может быть единственным решением. Опыт, приобретенный бригадой на объекте, следует запоминать и применять на других объектах в случае возникновения аналогичных проблем.

## ГЛОССАРИЙ ТЕРМИНОВ

### - А -

<b>Амплитуда</b>	Расстояние, на которое валец проникает в асфальтовый слой. Амплитуда является крайне важным показателем ударного усилия, генерируемого вибрационным вальцовым катком.
<b>низкая</b>	Перемещение вальца 0,25-0,5 мм (0,01-0,02 дюйма)
<b>средняя</b>	Перемещение вальца 0,5-0,75 мм (0,02-0,03 дюйма)
<b>высокая</b>	Перемещение вальца более 0,75 мм (0,03 дюйма)
<b>Анализ качества</b>	Исследования, измерения и анализ битумного материала и других аспектов, связанных с конкретным проектом, в лабораторных или иных контролируемых условиях.
<b>Антиадгезив</b>	Жидкость, препятствующая налипанию битумного материала на стальную или резиновую поверхность. Применение нефтяных дистиллятов, таких как дизельное топливо, в большинстве мест запрещено из-за их вредного воздействия на битумный материал. Выпускается ряд биоразлагаемых антиадгезивов.
<b>Асфальт</b>	Общее название битумных материалов для строительства дорожных покрытий. Эти материалы также называют горячими асфальтобетонными смесями или иногда теплыми асфальтобетонными смесями.
<b>Асфальтобетон</b>	Еще одно название битумных материалов для строительства дорожных покрытий.

### - Б -

<b>Балласт</b>	Груз, который дополнительно устанавливают на каток или снимают с него, для того изменить статический вес катка.
<b>Битум</b>	Черная вязкая смесь углеводородов, встречающаяся в природе или получаемая в виде остатка при перегонке нефти. Битум также называют битумным вяжущим.
<b>Битумное вяжущее</b>	Нефтепродукт, используемый для производства битумных материалов для строительства дорожных покрытий.
<b>Битумный материал</b>	Материал, состоящий из заполнителей, асфальтового вяжущего и определенных добавок. Битумный материал производят на асфальтосмесительных установках.
<b>горячие смеси</b>	Битумный материал, производимый на асфальтосмесительных установках при температуре 149-177°C (300-350°F).
<b>теплые смеси</b>	Битумный материал, производимый на асфальтосмесительных установках при более низкой температуре, чем горячие смеси [(разность температур может достигать 38°C (100°F)].

### - В -

<b>Вальцы с возможностью бокового смещения</b>	На некоторых двухвальцовых катках с шарнирно-сочлененной рамой вальцы допускают боковое смещение для увеличения ширины полосы уплотнения до значения, превышающего стандартную ширину вальца.
--	---

<b>Верхний слой дорожного основания</b>	Верхний слой дорожного основания обычно является первым снизу слоем из битумного материала в дорожной одежде. Верхний слой основания обычно содержит крупные заполнители и имеет толщину 75 мм (3 дюйма) или больше.
<b>Вибрационная выглаживающая плита</b>	Рабочий орган асфальтоукладчика с вибрационным воздействием на асфальтовый слой под выглаживающей плитой. Вибрация незначительно повышает плотность асфальтового слоя и способствует созданию более водонепроницаемой текстуры поверхности.
<b>Вибрация</b>	Динамическое усилие, вызывающее уплотнение. Вибрация способствует переориентации и сближению заполнителей в асфальтовом слое. Вибрация возникает при быстром вращении дебаланса внутри вальца.
<b>Внешние условия</b>	Внешние условия включают температуру воздуха, скорость и направление ветра, облачность. Внешние условия влияют на потерю тепла асфальтовым слоем перед заключительным этапом уплотнения.
<b>Внутреннее трение</b>	Сопротивление перемещению заполнителей в асфальтовом слое. Величина внутреннего трения определяется формой заполнителей.
<b>Внутренняя температура</b>	Температура, измеряемая датчиком, введенным в середину асфальтового слоя. Внутренняя температура всегда выше температуры на поверхности и служит достоверным показателем возможности уплотнения асфальтового слоя.
<b>Водораспределительный мат</b>	Водораспределительный мат помогает равномерно распределять воду по поверхности вальца катка.
<b>Водяная насадка</b>	Водяные насадки расположены на распределительных трубах над вальцами катка. Водяные насадки обеспечивают орошение поверхности вальцов веерообразной струей воды, что предотвращает налипание горячего асфальта на валец.
<b>Вспомогательный каток</b>	Катки с шириной вальцов менее 1 м (40 дюймов), обычно применяемые на объектах с низким темпом строительных работ или в качестве катков, вспомогательных по отношению к более крупным каткам, на объектах с необходимостью применения техники повышенной маневренности.
<b>Выравнивающий слой</b>	Тонкий слой битумного материала, укладываемый на фрезерованную поверхность с двойной целью восстановления профиля и повышения ровности.
<b>Вязкость</b>	Вязкость — это сопротивление течению жидкости при данной температуре. На вязкость битумного вяжущего, используемого в битумных материалах, влияет температура и добавки, смешиваемые с битумным вяжущим. В отношении уплотнения справедливо правило, что чем выше вязкость битумного вяжущего, тем труднее идет процесс уплотнения.

- Д -

<b>Дебаланс</b>	Груз со смещенным центром тяжести внутри вальца виброкатка. Благодаря быстрому вращению дебаланса возникают силы, вызывающие вибрацию вальца и его погружение в асфальтовый слой.
-----------------	---



## - 3 -

<b>Заключительный этап</b>	Заключительный этап уплотнения, цель которого заключается в устранении следов, которые, возможно, были оставлены на поверхности покрытия катками, работавшими ранее. Плотность после заключительного этапа уплотнения может незначительно возрасть.
<b>Заполнители</b>	Каменные материалы одного или нескольких видов, используемые для производства асфальта.
<b>Захват</b>	Расстояние, на которое валец заходит на смежную, ранее уплотненную полосу.

## - И -

<b>Интервал размягчения</b>	Интервал температур, при котором асфальтовый слой размягчается и начинает растекаться в стороны от вальца вместо уплотнения под вальцом.
<b>Инфракрасная видеокамера</b>	Инфракрасная видеокамера создает изображение, показывающее распределение температуры по поверхности асфальтового слоя. Такое изображение обычно включает участок, ширина которого равна ширине уплотняемой полосы, а длина не превышает 9 м (30 футов).
<b>Инфракрасный сканер</b>	Ручное устройство для измерения температуры в определенной точке поверхности асфальтового слоя.

## - К -

<b>Керн</b>	Небольшой образец, взятый из остывшего уплотненного асфальтового слоя персоналом, отвечающим за контроль качества, и направляемый в лабораторию для анализа качества.
<b>Клиновой шов</b>	Скошенный край дорожной полосы, формируемый вместо не имеющего бокового упора края с вертикальной стенкой, когда через этот край возможно движение транспорта. Клиновой шов создается путем установки на краю выглаживающей плиты асфальтоукладчика устройства для формирования такого шва.
<b>Клиновой шов с уступом</b>	Клиновой шов с уступом создается путем установки на краю выглаживающей плиты асфальтоукладчика устройства для формирования такого шва. Клиновые швы с уступом предписывается устраивать для того, чтобы не допустить образования больших вертикальных краев, не имеющих бокового упора, которые могут быть доступны для движения транспортных средств.
<b>Контроль качества</b>	Исследования, измерения и анализ битумного материала и других аспектов, связанных с конкретным проектом, на рабочем объекте в ходе работ.
<b>Коэффициент полезного использования времени</b>	Коэффициент использования полезного времени следует использовать при расчетах рабочей скорости уплотнения с целью учета потерь времени на заправку водой и реверсирование направления движения без вибрации. Обычно коэффициент использования полезного времени катков составляет 75-85%.
<b>Край без бокового упора</b>	Край полосы асфальта, который не имеет бокового упора в виде примыкающей смежной полосы или водосточного желоба.

**Край с боковым упором** Край полосы асфальтового слоя, к которому напрямую примыкает ранее уложенный слой. Линия сопряжения этих двух слоев называется продольным швом.

**Кривая охлаждения** График зависимости потерь тепла асфальтового слоя от времени, на который влияют толщина слоя, тип материала и внешние условия.

**- М -**

**Манипуляция** Статическое усилие, которое возникает, когда силы, воздействующие на слой асфальта, имеют не только вертикальное направление, но и расходятся во всех направлениях. Манипуляция, которую обычно обеспечивают пневмоколесные катки, способствует повышению водонепроницаемости поверхности уплотняемого слоя.

**- Н -**

**Налипание асфальта** Налипание горячего асфальта на стальные вальцы или резиновые шины.

**Начальный этап уплотнения** Начальный этап уплотнения - это уплотнение самого горячего асфальта сразу после асфальтоукладчика. Начальный этап вносит основной вклад в достижение требуемой конечной плотности.

**Норматив, регламентирующий конечный результат** Документ, регламентирующий ряд требуемых конечных значений параметров контроля/анализа качества, таких как качество рельефа поверхности, плотность и состав асфальтобетонной смеси.

**Норматив, регламентирующий технологию работ** Нормативно-технический документ, описывающий тип оборудования или технологию (-и), которые должны использоваться на данном рабочем объекте.

**- О -**

**Обрезной ролик** Ролик, допускающий установку на валец катка. Этот ролик обрезает край асфальтового слоя, не ограниченный упором, для формирования вертикальной поверхности и прямой линии сопряжения со смежной полосой.

**Осевая нагрузка** Сумма веса вальца или пневмоколес и воздействующего на этот валец или пневмоколеса веса рамы катка.

**Особо долговечное капитальное покрытие** Полностью асфальтобетонное покрытие, способное выдержать почти неограниченное число циклов осевой нагрузки без ухудшения структуры.

**- П -**

**Плотномер** Плотномеры используются для проверки плотности на рабочем объекте, пока температура битумного материала достаточно высока для корректировки плотности. Плотномер калибруется и используется на рабочем объекте специалистом, отвечающим за контроль качества.

**Плотность** Масса единицы объема материала, обычно выражаемая в кг на куб. м или фунтах на куб. фут.

**Плотность, теоретический максимум** Теоретическая максимальная плотность — это масса единицы объема битумного материала, уплотненного многократным контролируемым способом в лабораторных условиях.

<b>Подпрыгивание («отскок») вальца</b>	Подпрыгивание вальца возникает, когда асфальтовый слой не деформируется под действием усилия виброкатка. Подпрыгивание вальца также называют разрывом контакта.
<b>Полимерно-модифицированный асфальт</b>	Полимер - это синтетическое соединение в виде цепочки молекул, соединенных однотипными связями. Полимеры вводятся в битумное вяжущее для повышения прочности слоя при высокой температуре и эластичности слоя при низкой температуре. Полимерно-модифицированное битумное вяжущее имеет высокую вязкость.
<b>Поперечный шов</b>	Сопряжение двух слоев асфальта в перпендикулярном направлении. Поперечный шов часто возникает при возобновлении укладки асфальта от холодного, уже уплотненного слоя. Поперечный шов также называют перпендикулярным швом.
<b>Пробное уплотнение</b>	Пробное уплотнение используется для подтверждения того, что предлагаемая схема укатки и оборудование позволяют достичь требуемой плотности и согласуются с темпами строительства покрытия. Полоса пробного уплотнения может быть составной частью рабочего объекта или отдельным от него участком.
<b>Продольный шов</b>	Линия сопряжения двух асфальтовых полос по их боковым краям, параллельная направлению укладки асфальта.
<b>сопряжение горячего и холодного слоев</b>	Продольное сопряжение горячего и холодного слоев создается при укладке горячего слоя асфальта впритык к холодному, ранее уплотненному слою.
<b>сопряжение горячего и теплого слоев</b>	Продольное сопряжение горячего и теплого слоев создается при укладке горячего слоя асфальта впритык к слою, уложенному незадолго до этого.
<b>сопряжение горячего слоя с горячим</b>	Продольное сопряжение горячего слоя с горячим создается при эшелонной укладке двух смежных полос двумя асфальтоукладчиками.
<b>Промазка</b>	Эмульсия, состоящая из дорожного битума, воды и эмульгатора. Промазка наносится на поверхности перед укладкой смеси для улучшения связи между слоями.
<b>Промежуточный этап уплотнения</b>	Промежуточный этап уплотнения начинается сразу после начального этапа в зоне, где температура асфальтового слоя еще достаточно высока для набора плотности. Промежуточный этап должен обеспечить достижение требуемой конечной плотности.
<b>Профиль</b>	Поперечное сечение дорожной одежды, а также наклон дорожной поверхности для стока воды.
<b>Проход</b>	Одно движение катка в одном направлении от исходной точки до точки окончания захватки или начала новой захватки. В некоторых регионах под проходом понимается движение передним ходом и задним ходом по одному следу.
<b>Пустоты</b>	Заполненные воздухом полости внутри асфальтового слоя, уложенного асфальтоукладчиком.
<b>- P -</b>	
<b>Рабочий орган асфальтоукладчика с трамбующим брусом</b>	Рабочий орган асфальтоукладчика с одним или несколькими трамбующими брусками для обеспечения повышенной энергии уплотнения асфальтового слоя и достижения более высокой плотности асфальтового слоя перед началом уплотнения. Такие рабочие органы обычно содержат также виброплиту, способствующую созданию непроницаемой текстуры поверхности.

<b>Разрезной валец</b>	Катки с разрезными вальцами имеют вальцы, разделенные на две половины посередине. Рулевое управление и скорость движения машины синхронизированы, что позволяет одной половине вальца на поворотах вращаться быстрее или медленнее другой половины вальца. Разрезные вальцы позволяют эффективно осуществлять уплотнение в местах, требующих малого радиуса поворота, таких как тупики.
<b>Расчетное соотношение</b>	Соотношение между толщиной асфальтового слоя и размером самого крупного заполнителя в этом слое. Требованиями большинства департаментов общественных работ регламентируется отношение толщины слоя к размеру заполнителей не менее 3:1. Чем выше расчетное соотношение, тем более легким становится процесс уплотнения.
<b>Резонансная частота</b>	Частота вибрационной системы, зависящая от амплитуды, рабочей скорости и жесткости асфальтового слоя, при которой валец начинает подпрыгивать («подскакивать») над поверхностью уплотняемого материала. Виброкаток должен работать в режиме, близком к резонансной частоте, но не с резонансной частотой.

**- С -**

<b>Свес</b>	Расстояние, на которое валец выступает за край асфальтового слоя.
<b>Связующий слой</b>	Связующий слой — это слой асфальта, уложенный на верхний слой основания. Связующий слой содержит заполнители средней крупности и обычно имеет толщину 50-100 мм (2-4 дюйма).
<b>Сегрегация</b>	Применительно к укладке асфальта сегрегация означает тенденцию более крупных заполнителей асфальтобетонной смеси отделяться от менее крупных зерен и формировать внутри слоя участки или полосы с крупными зёрнами заполнителя.
<b>Следы от ударов</b>	Линии, заметные на поверхности асфальтового слоя. Следы от ударов остаются из-за приложения слишком высокого усилия (амплитуды и веса) к асфальтовому слою.
<b>Слой износа</b>	Слой износа, или фрикционный, или поверхностный слой, — это самый верхний слой дорожной одежды. Обычно являясь самым тонким слоем, он проектируется как наиболее жесткий слой.
<b>Смесь с открытым гранулометрическим составом</b>	Асфальтобетонная смесь, в состав которой входят заполнители малого числа фракций и в которой отсутствуют заполнители промежуточных фракций. В состав смеси обычно входит модифицированное битумное вяжущее. Число взаимных контактов заполнителей очень велико.
<b>Смесь с плотным гранулометрическим составом</b>	Смесь, в состав которой входят заполнители различной крупности, асфальтовое вяжущее и минеральный порошок. Более крупные заполнители окружены мастикой, состоящей из минерального порошка и битума.
<b>Смесь с прерывистым гранулометрическим составом</b>	Смесь, гранулометрический состав заполнителей которой включает фракции от крупных до мелких, но доля промежуточных фракций сравнительно мала. Смеси с прерывистым гранулометрическим составом являются водопроницаемыми с большим количеством взаимных контактов заполнителей.
<b>Составление карты проходов</b>	Функциональная возможность, опционно реализуемая на некоторых катках с использованием глобальной навигационной спутниковой системы. На дисплее, расположенном на рабочем месте оператора, отображается текущее положение машины на объекте, а также ход выполнения катком заданной схемы укатки.



<b>Составление температурной карты</b>	Функциональная возможность, опционно применяемая на некоторых асфальтовых катках. Инфракрасные датчики температуры посылают данные на дисплей на рабочем месте оператора. Данные, отображаемые на дисплее, позволяют оператору судить о температуре поверхности в пределах захватки.
<b>Стартовые доски</b>	Деревянные или металлические полосы, устанавливаемые под выглаживающую плиту асфальтоукладчика перед опусканием выглаживающей плиты на стартовую позицию. Стартовые доски должны иметь толщину, равную припуску на уплотнение укладываемого асфальтового слоя.
<b>Статическая линейная нагрузка</b>	Статическая линейная нагрузка — это частное от деления осевой нагрузки на ширину вальца. Статическая линейная нагрузка выражается в кг/см или фунтах/дюйм.
<b>Статическое давление</b>	Осевая нагрузка, деленная на площадь контакта вальца или резиновой шины с поверхностью асфальтового слоя. Статическое давление выражается в килопаскалях или фунтах/кв. дюйм.
<b>Схема укатки</b>	Количество и порядок проходов с захватами смежных полос и свесами, которые требуются катку для уплотнения отведенной зоны по всей ширине и длине с соблюдением эффективной скорости процесса устройства покрытия.
<b>- Т -</b>	
<b>Темп укладки</b>	Длина полосы, имеющей определенную толщину и ширину, которую асфальтоукладчик может уложить из заданного количества битумного материала.
<b>Температура прекращения</b>	Температура, при которой дальнейшие попытки повысить плотность становятся безрезультатны. Температура прекращения зависит от состава смеси, но, как правило, составляет приблизительно 85°C (185°F).
<b>Торцевой щит</b>	Рабочий орган асфальтоукладчика имеет правый и левый торцевые щиты, ограничивающие требуемую ширину асфальтового слоя. Дно торцевого щита выполнено в виде металлической полосы, называемой лыжей. При опускании торцевого щита лыжа копирует профиль поверхности и формируется вертикальный край асфальтового слоя для лучшего сопряжения со смежной полосой.
<b>- У -</b>	
<b>Удар</b>	Динамическое усилие, вызывающее уплотнение. Удары возникают, когда стальной валец виброкатка внедряется в асфальтовый слой.
<b>Уплотнение</b>	Механический процесс уменьшения объема пустот и повышения несущей способности слоя битумного материала за счет сближения заполнителей до взаимного контакта.
<b>- Ф -</b>	
<b>Фартуки колес</b>	Фартуки колес устанавливаются на пневмоколесных катках по требованию покупателя. Фартуки колес охватывают передние и задние оси, сохраняя тепло резиновых шин и минимизируя налипание асфальта.

## - Ц -

**Центробежная сила** Технический параметр, определяемый путем умножения массы дебаланса на радиус его вращения и угловую скорость (частоту) вращения в квадрате. Центробежная сила не имеет прямой связи с энергией уплотнения.

## - Ч -

**Частота** Число ударов вальца в асфальтовый слой в единицу времени, измеряемое числом колебаний в минуту. Частота также может быть определена как частота вращения вала дебаланса внутри вальца.

**низкая** 40-46,7 Гц (2400-2800 колебаний в минуту)

**средняя** 46,7-56,7 Гц (2800-3400 колебаний в минуту)

**высокая** Более 56,7 Гц (3400 колебаний в минуту)

## - Ш -

**Шаг нанесения ударов** Соотношение между частотой виброкатка и его рабочей скоростью. Шаг нанесения ударов - это число внедрений вальца в уплотняемый слой на единицу длины (метр или фут).

## - Щ -

**Щебеночно-мастичный асфальт** Асфальт, состоящий почти исключительно из крупных заполнителей, минерального порошка и модифицированного битумного вяжущего. Заполнители находятся в состоянии взаимного контакта, но покрыты толстым слоем мастики, состоящей из минерального порошка и вязкого битумного вяжущего.

## - Э -

**Этап продавливания** В некоторых регионах начальный этап уплотнения называют этапом продавливания. На этапе продавливания должна быть достигнута плотность, близкая к конечной требуемой плотности.

**Эшелонное уплотнение** Порядок уплотнения с использованием двух или более катков на одном этапе уплотнения.















**CAT<sup>®</sup> PAVING PRODUCTS**  
РУКОВОДСТВО ПО УПЛОТНЕНИЮ АСФАЛТА

**CATERPILLAR<sup>®</sup>**