

Кыргызская Республика

**Проект развития потенциала Укатанного
уплотненного бетонного покрытия (УУБП)
Технология укатанного уплотненного бетонного
покрытия**

Руководство

Ноябрь 2020

Оглавление

Предисловие

Словарь терминов

Глава 1	Общий обзор	1-1
1.1	Обзор	1-1
1.2	Пункты для внимания при применении технического руководства	1-1
Глава 2	Структура УУБП	2-1
2.1	Общее	2-1
2.2	Состав дорожного покрытия	2-1
2.3	Структура дорожного покрытия	2-1
2.3.1	Структура УУБП	2-1
2.3.2	Шов	2-2
2.3.3	Обработка специальных мест	2-4
Глава 3	Материалы	3-1
3.1	Обзор	3-1
3.2	Материалы, используемые для УУБП	3-1
3.2.1	Цемент	3-1
3.2.2	Вода	3-1
3.2.3	Мелкий заполнитель	3-2
3.2.4	Крупный заполнитель	3-2
3.2.5	Добавки	3-3
3.3	Другие материалы	3-4
3.3.1	Материал дорожного полотна	3-4
3.3.2	Материал швов	3-4
Глава 4	Подбор состава укатанного уплотненного бетона	4-1
4.1	Условия подбора состава	4-1
4.2	Подбор состава смеси	4-4
Глава 5	Строительные работы	5-1
5.1	Общий обзор	5-1
5.2	План строительных работ	5-1
5.2.1	Бесперебойное непрерывное строительство	5-1
5.2.2	Изготовление бетонной смеси для УУБП	5-2
5.2.3	Строительство бетонной плиты	5-2
5.3	Строительная техника	5-2
5.3.1	Техника для укладки	5-2
5.3.2	Техника для уплотнения	5-3
5.4	Порядок строительных работ	5-4

5.4.1	Стандартный рабочий процесс и формирование техники.....	5-4
5.4.2	Замешивание и транспортировка бетонной смеси для УУБП	5-4
5.4.3	Укладка.....	5-5
5.4.4	Уплотнение	5-7
5.4.5	Строительство особых участков	5-8
5.4.6	Строительные работы швов	5-11
5.4.7	Выдержка бетона (Увлажнение).....	5-15
Глава 6	Управление и испытание	1
6.1	Общий обзор	1
6.2	Стандартное испытание	1
6.2.1	Укатанный уплотненный бетон	2
6.2.2	Материалы дорожного полотна и другие материалы	2
6.2.3	Техника для строительства покрытия	3
6.3	Контроль завершенной формы и качества.....	3
6.3.1	Контроль завершенной формы.....	3
6.3.2	Контроль (управление) качества.....	5
6.4	Инспекция	6
6.4.1	Метод инспекции.....	6
6.4.2	Контрольное испытание	7
6.4.3	Выборочный контроль образцов.....	7
6.4.4	В случае данных управления.....	8

Список таблиц

Таблица 1-1 Классификация объема транспортного движения	1-2
Таблица 2-1 Толщина укатанной уплотненной бетонной плиты (см).....	2-2
Таблица 3-1 Стандарт размера мелкозернистых частиц.....	3-2
Таблица 3-2 Стандарт размера крупнозернистых частиц.....	3-3
Таблица 4-1 Пример диапазона получения гранулометрического состава заполнителя	4-3
Таблица 4-2 Форма подбора состава заданной смеси.....	4-8
Таблица 5-1 Организация стандартной строительной техники	5-2
Таблица 6-1 Стандартные испытания укатанного уплотненного бетона.....	2
Таблица 6-2 Параметры измерения и стандартная частота	4
Таблица 6-3 Управление (контроль) качества укатанного уплотненного бетона	5
Таблица 6-4 Контроль качества укатанной бетонной плиты	6
Таблица 6-5 Значение для принятия решения о приемлемости завершенной формы.....	7
Таблица 6-6 Приемочное значение качества (в случае выборочного контроля).....	8
Таблица 6-7 Оценочное значение приемлемое для приемки формы.....	9
Таблица 6-8 Числовой показатель качества (в случае данных управления).....	10
Таблица 6-9 Количество n данных управления и коэффициент приемки k	10

Список Рисунков

Рисунок 2-1 Состав УУБП (ед. изм. см).....	2-1
Рисунок 2-2 Структура дорожного покрытия.....	2-2
Рисунок 2-3 Пример структуры продольного шва (при устройстве после отверждения) Резка швов после укладки покрытия.....	2-3
Рисунок 2-4 Пример структуры продольного шва (при непрерывной укладке)	2-3
Рисунок 2-5 Пример устройства края.....	2-3
Рисунок 2-6 Пример шва расширения.....	2-4
Рисунок 4-1 Пример диапазона гранулометрического состава получения заполнителя	4-3
Рисунок 4-2 Пример процесса подбора состава смеси	4-5
Рисунок 4-3 Общее описание K_p , K_m	4-7
Рисунок 5-1 Пример усиленной стяжки асфальтоукладчика.....	5-3
Рисунок 5-2 Стандартный рабочий процесс укладки УУБП и формирование техники.....	5-4
Рисунок 5-3 Пример строительных работ на участке стыка с опорой моста	5-9
Рисунок 5-4 Строительные работы на конечном участке	5-10
Рисунок 5-5 Процедура строительных работ стыковых швов	5-12
Рисунок 5-6 Пример строительных работ поперечного температурного шва.....	5-13
Рисунок 5-7 Пример порядка строительных работ поперечного шва	5-13
Рисунок 5-8 Пример работ в случае выполнения строительных швов	5-14
Рисунок 5-9 Пример работ в случае выполнения стыкового шва.....	5-14
Рисунок 6-1 Процедура управления и испытания.....	1
Рисунок 6-2 Коэффициент утверждения приемлемости	12

Список приложений

Приложение 1: Список использованных стандартов Японии и Кыргызстана в данном Руководстве

Приложение 2: Концепция рецептуры и способа уплотнения цементной смеси

Приложение 3: Пример состава смеси (для укатанного бетонного покрытия)

Приложение 4: Метод испытания на вибропрочность (VC)

Приложение 5: Метод приготовления образца для испытания на изгиб и прочность на сжатие

Приложение 6: Метод измерения коэффициента влажности (метод открытого пламени)

Приложение 7: Примеры дефектов УУБП, их причины и меры предотвращения

Приложение 8: Отчет о тестовом подборе состава смеси УУБП в лаборатории

Приложение 9: Отчет о тестовом подборе состава смеси УУБП в лаборатории

Приложение 10: Ключевые моменты управления строительством и контроля качества в УУБП (бетонное покрытие)

Предисловие

При укладке Укатанного уплотненного бетонного покрытия (далее УУБП) используется асфальтоукладчик, который укладывает бетон с нулевой усадкой с предельно низким удельным содержанием воды на земляное полотно. Затем УУБП уплотняется вибрационным катком. Этот метод укладки с последующим уплотнением под высоким давлением используется для строительства бетонных плит высокой прочности.

Данное покрытие превосходит асфальтобетонное покрытие по сопротивлению колееобразованию, сопротивлению истиранию и по маслостойкости. Вдобавок, по сравнению с обычным бетонным покрытием, УУБП можно укладывать при помощи асфальтоукладчика, что облегчает метод строительства. Так как нет необходимости в стыковой арматуре и армирующей сетке, скорость укладки очень высока, а время укладки короче. Можно свободно и легко изменять ширину и толщину бетонной плиты без опалубки. Из-за эффекта сцепления заполнителей, УУБП имеет начальную несущую способность и позволяет пропускать транспорт на ранней стадии. Учитывая вышеизложенное, можно отметить, что использование УУБП очень экономично.

В ожидании данных показателей Япония внедрила технологию УУБП в 1987 году, которая начинала распространяться в Европе и США. Затем были проведены различные испытания. В результате были уточнены дефекты стыков, расстояние между стыками и свойства поверхности дороги. В ответ на это в 1990 году Японская дорожная ассоциация опубликовала «Техническое руководство по уплотненному бетонному покрытию (Проект)» для стандартизации технологии. По результатам стандартизации технология УУБП была включена в «Руководство по проектированию и строительству дорожных покрытий» Японской дорожной ассоциации в качестве общего метода строительства в 2001 году. В 2006 году Японская дорожная ассоциация опубликовала «Руководство по проектированию дорожного покрытия» и «Руководство по проектированию и строительству дорожного покрытия (издание 2006 г.)», и был достигнут значительный технический прогресс. В 2014 году УУБП включено в «Стандартные требования к дорожным покрытиям». В 2017 году Японская дорожная ассоциация стандартизировала методы оценки консистенции бетона и методы проектирования смесей в «Руководстве по бетонным покрытиям 2016». Также в 2017 году Японское общество инженеров-строителей представило рекомендации и меры по устранению неисправностей УУБП в издании «Библиотека проектирования дорожных покрытий: передовые разработки в области проектирования, строительства и обслуживания бетонных покрытий». Технология УУБП в Японии достигла самых высоких мировых стандартов по сравнению с технологиями в Европе и США.

С другой стороны, в Кыргызстане были попытки внедрить данную технологию в 2010 и 2012 годах с ожиданием результатов, как в Японии (использование цемента отечественного производства, получение покрытия с высокими показателями надежности и долговечности). Было проведено тестовое строительство. Однако, из-за того, что система контроля консистенции бетона и строительства была несовершенной, возникли проблемы и УУБП не получил распространения.

Таким образом, данное Руководство объединяет в себе содержание японских технических изданий, чтобы применить эти знания в Кыргызстане. Следует надеяться, что данное Руководство

будет использоваться для распространения технологии УУБП в Кыргызской Республике и продолжит пересматриваться для большей применимости.

Словарь терминов

1. Пористость

Индекс, указывающий степень уплотнения укатанного бетона. Пористость (%) = 100 (%) представлена одной степенью уплотнения (%).

2. Асфальтоукладчик с высоким уплотнением

Асфальтоукладчик с разравнивающим брусом высокой степени уплотнения. Разравнивающий брус с высокой степенью уплотнения представляет собой комбинированный тип бруса (брус типа TV) с механизмом уплотнения, основанным на возвратно-поступательном перемещении и вибрации бруса, или усиленный разравнивающий брус (прижимная лапка с двойным трамбованием), оснащенный двойным брусом или прижимной планкой типа толкателя.

3. Консистенция

Свойства свежего бетона выражаются в величине сопротивления деформации или текучести.

4. Степень уплотненности

Индекс, показывающий степень уплотненности укатанного бетона. Он выражается соотношением плотности во влажном состоянии укатанного бетона к стандартной плотности в таком же состоянии. Как правило, стандартная плотность во влажном состоянии берется в качестве плотности при коэффициенте уплотнения, являющимся стандартом состава смеси.

5. Коэффициент уплотнения

Индекс, который указывает степень уплотненности укатанного бетона. Он выражается как отношение удельного объема смеси (влажная плотность) после уплотнения к удельному объему в теоретической смеси (пористость 0%).

6. Усадочная трещина

Трещины из-за усадки при высыхании бетонной смеси и из-за изменения температуры, возникающие в течение нескольких дней после укладки укатанной бетонной плиты.

7. Номинальная прочность на изгиб (fbk)

Прочность на изгиб укатанной уплотненного бетона в качестве стандарта при проектировании укатанной бетонной плиты.

8. Расчетная пористость

Пористость, соответствующая коэффициенту уплотнения, используемая в качестве стандарта для проектирования смеси.

9. Шов-надрез (Шов с ослабленным сечением дорожного покрытия)

После того, как укатанный бетон затвердевает, делается надрез фрезой, создается щель и шов, вызывающий трещину. Шов вырезается шириной 6-8мм. Глубина шва в случае поперечного усадочного шва составляет около 1/4 толщины плиты, в случае продольного шва, то он вырезается с помощью фрезы 40мм, и заполняется шовным материалом.

10. Укатанный уплотненный бетон (УУБ)

Этот бетон в отличие от обычного бетона содержит значительно меньший удельный объем воды. Удельное содержание воды составляет около 100 кг/м^3 , удельное содержание цемента около $250\text{-}320 \text{ кг/м}^3$. Качество после отверждения в значительной степени зависит от характеристик степени уплотнения и меньшей степени усадки при высыхании.

11. Укатанная уплотненная бетонная плита

Бетонная плита, изготовленная путем укладки бетона на дорожное полотно с использованием асфальтоукладчика, затем уплотненная с помощью вибрационного катка и пневматического катка.

12. Укатанное уплотненное бетонное покрытие (УУБП)

Укатанное уплотненное бетонное покрытие состоит из укатанной уплотненной бетонной плиты и основания дороги. Укатанная уплотненная бетонная плита используется непосредственно на поверхности или в качестве базового слоя асфальтового покрытия.

13. Номинальная прочность для подбора состава (f_{br})

Показатель, который представляет собой сумму номинальной прочности на изгиб (f_{bk}) и дополнительной прочности на колебания сжатия (f_p). Номинальная прочность для подбора состава является стандартной прочностью для определения прочности смеси, а также является эталоном для контроля качества.

14. Прочность на изгиб для подбора состава (f_{br})

Этот показатель представляет собой целевую прочность для подбора состава УУБ. Он получен путем умножения номинальной прочности для подбора состава (f_{br}) на дополнительный коэффициент Р.

15. Метод испытания на вибрационное уплотнение VC

Бетонная смесь уплотняется под давлением с использованием виброплощадки (частота вибрации: 3000 колебаний/мин, амплитуда: 1мм) и закрепленного веса (20 кг). Время от начала вибрации до наполнения смесью зазора между краем акриловой доски и контейнером больше половины площади круга (измененное значение VC), либо испытание для оценки консистенции путем определения коэффициента уплотнения за определенное время вибрации (обычно 60 секунд).

16. Пригодность к отделке

Свойства свежего бетона, которые указывают на легкость отделки благодаря максимальному размеру крупнозернистого заполнителя, соотношению мелкого заполнителя, размеру мелких частиц заполнителя и консистенции.

17. Свежий бетон

Незатвердевший бетон после замешивания.

18. Свежий шов

Если ширина дорожного покрытия слишком велика и его нельзя уложить за один раз, бетон смежного дорожного покрытия укладывается до затвердевания ранее уложенного покрытия. После

этого шов, образованный на границе одновременного уплотнения двух покрытий, называется свежим швом.

19. Белое основание (основание)

Общее название бетонной плиты, используемой в качестве основания для асфальтобетонного покрытия.

20. Строительные нормы и правила (СНиП) Кыргызской Республики

Совокупность принятых органами исполнительной власти Кыргызской Республики нормативных актов технического, экономического и правового характера, регламентирующих осуществление градостроительной деятельности, а также инженерных изысканий, архитектурно-строительного проектирования и строительства.

21. Теоретическая смесь

Теоретический подбор состава уплотненного бетона с пористостью 0%. Это указано в таблице подбора состава смеси вместе с номинальным составом смеси с учетом расчетной пористости.

22. Обрабатываемость

Обрабатываемость - это свойство свежего бетона, которое зависит от степени сопротивления разделению материала. Это свойство, которое указывает на простоту эксплуатации по таким параметрам, как транспортировка, укладка, уплотнение и отделка.

23. Дополнительная прочность (f_p)

В укатанном уплотненном бетонном покрытии прочность также изменяется в зависимости от степени уплотнения во время укладки, поэтому дополнительная прочность должна быть добавлена к номинальной прочности на изгиб в ожидании уменьшения прочности, соответствующего изменению.

Глава 1 Общий обзор

1.1 Обзор

Укатанное уплотненное бетонное покрытие (УУБП) представляет собой метод, при котором твердый бетон, имеющий значительно уменьшенное удельное количество воды по сравнению с бетоном, используемым для обычного бетонного покрытия. Это покрытие укладывается на дорожное полотно с помощью асфальтоукладчика, а затем уплотняется с использованием вибрационного катка и пневматического катка и используется в качестве бетонной плиты.

УУБП имеет более высокую скорость укладки чем обычное цементобетонное покрытие благодаря с использованием асфальтоукладчика без использования специального оборудования для бетонного покрытия. В дополнение к таким функциям, как возможность свободного изменения толщины плиты, не всегда требуется необходимости в опалубке, и открытия дорожного движения за короткий срок, присущие характеристики цементобетонного покрытия, который, как правило более прочный, чем асфальтовое покрытие.

С другой стороны, трудно использовать железные сетки и арматуры и т. д., поскольку конструкция УУБП необходима для обеспечения достаточной поддержки дорожного полотна. В качестве дорожной плиты требуемая прочность достигается. Кроме того, когда УУБП используется на поверхности дороги с большой интенсивности транспорта, движущимися на высокой скорости, он обладает такими свойствами, как необходимость разработки метода для обеспечения безопасности поверхности и ровности дорожного покрытия. По этой причине при использовании уплотненного бетонного покрытия важно правильно выбирать места и условия, чтобы можно было использовать эти элементы.

[Примечание] При внедрении УУБП, для достижения соответствующей ровности и определенного качества, желательно реализация на длинной и широкой дороге для непрерывного строительства.

1.2 Пункты для внимания при применении технического руководства

В этом техническом руководстве обобщены типовые методы проектирования и строительства для беспрепятственного выполнения укладки УУБП для дорожного покрытия с учетом современных методов строительства и строительных технологий и т. д. По этой причине данное руководство описывает главным образом, случаи, когда укатанные уплотненные бетонные плиты уплотняются на поверхностный слой при объеме трафика N_3 , N_4 , N_5 и N_6 , а также описывает пример использования в качестве «белого основания». Классификация объема транспортного движения показан в Таблице 1-1.

Следует отметить, что во время реализации УУБП, если существуют определенные особые обстоятельства, например, не предусмотренные в данном руководстве, то нет необходимости его соблюдать. Необходимо разработать меры, чтобы сделать его более рациональным при проектировании и строительстве.

Таблица 1-1 Классификация объема транспортного движения

Классификация объема транспортного движения	Объем большегрузных автомобилей (ед. / сутки / в одну сторону)
Транспортное движение N ₃	менее 100
Транспортное движение N ₄	от 100 и менее 250
Транспортное движение N ₅	от 250 и менее 1000
Транспортное движение N ₆	от 1 000 и менее 3 000

[Примечание 1] При применении УУБП в местах, где строительство затруднено и наблюдается оседание дорожного полотна, то следует уделять достаточное внимание проектированию и строительству.

[Примечание 2] Руководство не распространяется на покрытия, такие как дороги с крайне малой интенсивностью движения, например, административные дороги, где транспортные средства движутся с низкой скоростью. При применении данного покрытия, важно правильно спроектировать его в соответствии с целью, чтобы в полной мере использовать особенности уплотненного бетонного покрытия как в конструкции, так и в строительстве.

Глава 2 Структура УУБП

2.1 Общее

УУБП состоит из основания и бетонных плит и разработан на основе классификации большого объема движения транспортных средств и несущей способности основания.

2.2 Состав дорожного покрытия

Толщина УУБП должна быть не более 25см. Кроме того, обочина должна быть построена в комплексе с укатанной уплотненной бетонной плитой проезжей части. Если опалубка не используется в конце бетонной плиты, следует установить угол от 45 до 60 градусов. При установке дренажа на обочине дороги между ними может быть установлена соединительная плита, которая используется вместо опалубки.

[Примечание 1] Верхний предел толщины плиты установлен на 25см из-за возможностей существующей строительной техники при использовании уплотненной бетонной плиты в качестве поверхностного слоя путем укладки одного слоя. Другими словами, это потому, что обеспечивается хорошая плоскостность и достаточное уплотнение.

[Примечание 2] Причина того, что обочина уплотненной бетонной плиты интегрирована с проезжей частью, заключается в том, что конец бетонной плиты, вероятно, обладает недостаточной прочностью. Дорога, по которой всегда движется транспортное средство, спроектирована так, чтобы обеспечить надежную конструкцию. На рисунке 2-1 показан состав уплотненного бетонного покрытия.

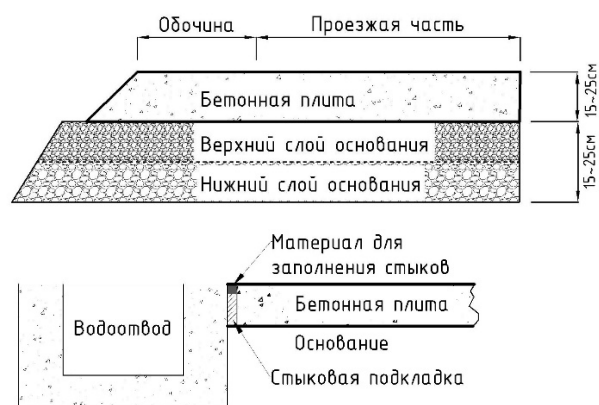


Рисунок 2-1 Состав УУБП (ед. изм. см)

2.3 Структура дорожного покрытия

2.3.1 Структура УУБП

Структура УУБП определяется следующей процедурой, как показано на рисунке 2-2.

- ① Структурное проектирование асфальтобетонного покрытия будет осуществляться в соответствии со стандартами проектирования СНиП Кыргызской Республики.
- ② Замена асфальтовой составляющей структуры асфальтового покрытия на УУБП.

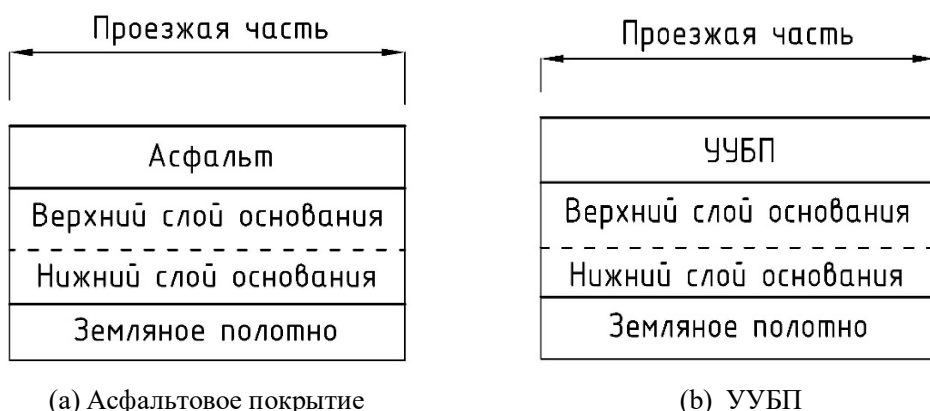


Рисунок 2-2 Структура дорожного покрытия

③ Толщина укатанной уплотненной бетонной плиты

Толщина укатанной уплотненной бетонной плиты должна соответствовать классификации интенсивности движения и расчетной прочности на изгиб уплотненного бетона, а значения, указанные в таблице 2-1, должны быть стандартными.

Таблица 2-1 Толщина укатанной уплотненной бетонной плиты (см)

Классификация интенсивности движения	Расчетная стандартная прочность на изгиб	
	4,4 МПа	4,9 МПа
Трафик N ₃	15	-
Трафик N ₄	20	18*
Трафик N ₅	25	22*
Трафик N ₆	-	25

*: используется для уменьшения толщины плиты по причинам, связанным со строительством.

2.3.2 Шов

Стандартно устанавливать швы в уплотненной бетонной плите, чтобы уменьшить напряжение, вызванное расширением, усадкой, короблением плиты и т.д. Дюбели и стяжки на швах не используются.

(1) Продольный шов

На рисунке 2-3 показана стандартная схема устройства продольного шва. Желательно, чтобы продольный шов разделял полосы движения после использования, но его расположение определяется соответствующим образом с учетом способа укладки и тому подобного. Обычно интервал составляет 3,25 м, 3,5 м или 3,75 м, но по стандарту он не должен превышать 5м.

Кроме того, как правило, фреза вставляется вдоль соединения после отверждения, и шов заполняется шовным заполнителем. При непрерывной укладке примыкающих бетонных плит стандартной практикой является использование швов-надрезов, как показано на рис. 2-4, а затем они заполняются шовным заполнителем (рис. 2-5).

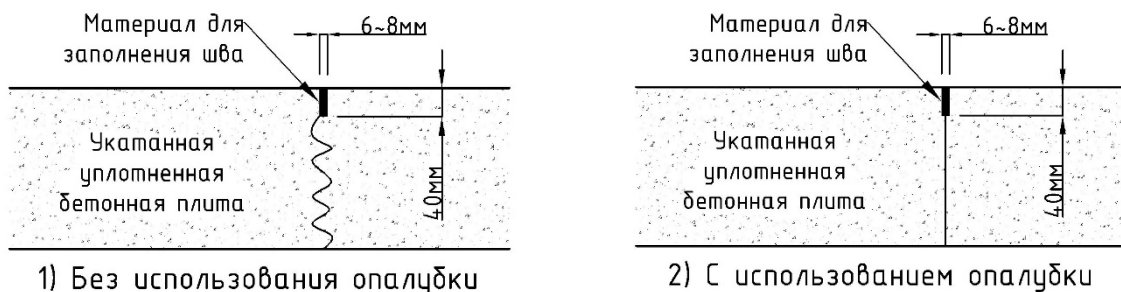


Рисунок 2-3 Пример структуры продольного шва (при устройстве после отверждения) Резка швов после укладки покрытия

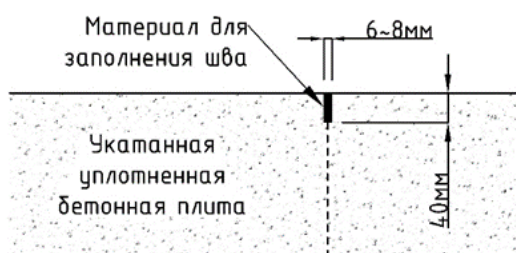


Рисунок 2-4 Пример структуры продольного шва (при непрерывной укладке)

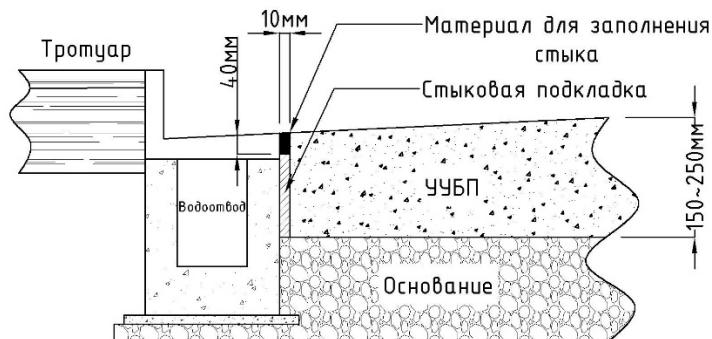


Рисунок 2-5 Пример устройства края

(2) Поперечный усадочный шов

Как правило, поперечные усадочные швы устанавливаются на уплотненной бетонной плите с равными интервалами. Интервал установки поперечных усадочных швов в принципе составляет 5 м или менее.

В качестве типа стыка обычно устанавливаются фиктивные соединения, нарезанные при помощи фрезы. Глубина среза составляет примерно $\frac{1}{4}$ от толщины пластины, ширина – от 6 до 8 мм, затем вводится материал заполнителя шва. Кроме того, когда поперечный шов используется в качестве усадочного соединения, оно должно быть того же типа, что и в продольном соединении.

[Примечание] Когда в качестве «белой основы» используются укатанные бетонные плиты, обеспечивается поперечный шов. В этом случае желательно обеспечить соединения на поверхностном слое асфальтобетонной смеси в том же месте, что и соединение бетонной плиты.

(3) Поперечный шов расширения

Поперечные швы расширения (компенсаторы) должны устанавливаться с учетом сезона строительства при примыкании к опорам и поперечным конструкциям, а также когда протяженность участка составляет 200-300 м или более. Структура шва показана на рисунке 2-6.

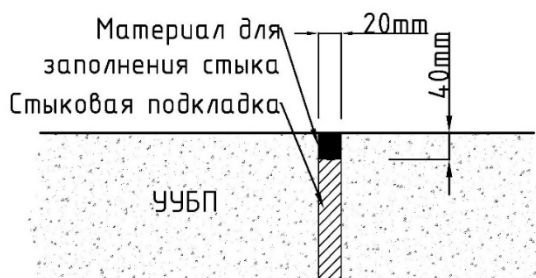


Рисунок 2-6 Пример шва расширения

2.3.3 Обработка специальных мест

В зависимости от положения и состояния, укатанные бетонные плиты требуют структурное усиление. В частности места, примыкающие к опорам и дренажным каналам, часто обладают конструктивной слабостью из-за оседания засыпки. В УУБП усиление плит самих по себе является трудной задачей, поэтому необходимо увеличить несущую способность под основанием дороги, чтобы свести к минимуму проседание этих частей.

(1) При примыкании к мостовой опоре

В местах примыкания к опоре необходимо принять меры для предотвращения оседания грунта, такие как использование высококачественных материалов обратной засыпки. Вдобавок следует провести стабилизацию цемента основания дороги на расстоянии около 10 м от опоры.

[Примечание] Если насыпь в точке, примыкающей к опоре, слишком велика для оседания, то на опоры будут установлены железобетонные плиты в соответствии с общей конструкцией бетонного покрытия. В этом случае шов расширения устанавливается между железобетонной плитой и плитой УУБП.

(2) Когда существует поперечная конструкция

В случае, когда поперечная конструкция примыкает к плите УУБП или врезается в бетонную плиту, то выполняется та же обработка, что и при соединении с мостовой опорой.

Даже если поперечная конструкция находится в земляном полотне или основании, все равно необходимо принять достаточные меры против оседания грунта, а также на расстоянии примерно 5 м до и после конструкции произвести обработку для стабилизации цемента и т.д.

[Примечание] Когда размер поперечной конструкции велик и просадка засыпки неизбежна, это ситуация соответствует общей конструкции бетонного покрытия. Для этой части будет установлена железобетонная плита. В этом случае шов расширения устанавливается между железобетонной плитой и плитой УУБП.

(3) Проектирование покрытий в тоннелях

Особенно необходимо, чтобы покрытие в тоннеле имело достаточную долговечность, поскольку его трудно обслуживать. Поэтому минимальная толщина плиты УУБП в тоннеле составляет 20 см.

Глава 3 Материалы

3.1 Обзор

Материалы для укладки УУБП включают материалы, используемые для укладки бетонных плит, и материалы, используемые для дорожных покрытий.

Для этого используются материалы такого же качества, как и для обычных бетонных покрытий.

[Примечание] Материалы, используемые для УУБП, за исключением тех, которые описаны в настоящем руководстве (проекте), должны соответствовать схеме цементобетонного покрытия.

3.2 Материалы, используемые для УУБП

Когда для поверхностного слоя используется укатанная бетонная плита, она подвергается воздействию суровых условий окружающей среды, таких как транспортная нагрузка и погодные условия, поэтому материал, используемый для бетонирования, должен быть тщательно исследован и испытан до начала строительства, чтобы использовать после проверки качества.

Также, необходимо учесть изменения качества материала в период строительства, таким образом необходимо уточнять требуемое качество наблюдением и тестированием.

[Примечание 1] Материалы, используемые для УУБП, практически аналогичны тем, которые используются для обычного бетона. Однако поскольку сейчас разрабатываются новые материалы для цемента и добавок, может быть использован любой материал, при достаточной схватываемости и эффективности.

[Примечание 2] На консистенцию уплотненного бетона влияет даже небольшое увеличение или уменьшение количества воды, поэтому в мелком и крупном заполнителе должны быть как можно меньше колебаний воды.

3.2.1 Цемент

Цемент, используемый для УУБП, должен соответствовать стандартам и положениям, особенно когда он используется без предварительного испытания. Также, при использовании недавно разработанного цемента и т.д., который не предусмотрен в ГОСТ (JIS), необходимо провести предварительное изучение и использовать данный материал после уточнения его характеристик.

[Примечание 1] Стандартным цементом является указанный в ГОСТ (JIS) портландцемент ГОСТ 10178-85 (JIS R 5210). Учитывая условия производства на заводе, условия строительства и ввода в эксплуатацию, цемент необходимо подобрать соответствующим образом.

[Примечание 2] Ранний портландцемент может использоваться, когда требуется ранняя прочность, строительство зимой и т.д.

[Примечание 3] Желательно, чтобы цемент, используемый для УУБП, обладал свойствами быстрого упрочнения, имел маленькую усадку при высыхании, при достаточном рабочем времени начиная от смешивания до завершения уплотнения. В настоящее время ведутся разработки цемента с низкой усадкой при высыхании и т.д.

3.2.2 Вода

Вода, используемая для замеса УУБП, не должна содержать вредных веществ, влияющих на качество бетона. Также, вода, используемая для отверждения, не должна содержать вредных для

поверхности УУБП веществ.

[Примечание] Вода, используемая для замешивания УУБП, должна соответствовать стандарту ГОСТ 7473-2010 (JIS A 5308) (готовый смешанный бетон).

3.2.3 Мелкий заполнитель

Материал мелкого заполнителя должен быть чистым, твердым, долговечным, иметь средний размер частиц и не содержать веществ, таких как грязь, мусор, органические примеси, соль и т.д. для большей равномерности во время строительства.

Размер частиц мелкого заполнителя должен составлять хорошее распределение мелкой зернистой фракции и крупной фракции. Таблица 3-1 показывает стандарты для диапазона размеров частиц мелкого заполнителя.

Таблица 3-1 Стандарт размера мелкозернистых частиц

Размер сита	Массовая доля проходящих через сито частиц (%)
9,5мм	100
4,75мм	90 ~ 100
2,36мм	80 ~ 100
1,18мм	50 ~ 90
600мм	25 ~ 65
300мм	10 ~ 35
150мм	2 ~ 10

[Примечание 1] УУБП – это бетон с жестким замешиванием со значительно уменьшенным объемом воды, и в бетоне разделение материала происходит легко. По этой причине желательно использовать мелкий заполнитель, который проходит через отверстие сита в 300мм или менее, а также массовый процент проходящих через сито частиц, не меньше, чем среднее значение диапазона размеров частиц, показанных в Таблице 3-1.

[Примечание 2] Дробленый песок использующийся в качестве мелкого заполнителя, должен соответствовать требованиям ГОСТ 8736-93 (JIS A 5004) (дробленый песок для бетона). Кроме того, мелкозернистый заполнитель может составлять от 2 до 15%, если ситовое отверстие составляет 150 мм в диапазоне размеров частиц, показанном в Таблице 3-1.

3.2.4 Крупный заполнитель

Крупный заполнитель должен быть чистым, твердым, долговечным, иметь средний размер частиц и не содержать вредных частиц глины, мягких фрагментов камня, длинных частей камня, органических примесей и т.д. Кроме того, должен быть устойчив к метеорологическим воздействиям, а также к истиранию транспортными средствами.

Максимальный размер крупнозернистого заполнителя в стандарте составляет 20мм, чтобы обеспечить хорошую обрабатываемость и однородное качество уплотненной бетонной плиты. Однако, если такой материал трудно получить из-за обстоятельств, например, условий завода и т.д. то размер может составлять 25мм. Как и в случае мелкого заполнителя, важно, чтобы крупный заполнитель имел умеренное загрязнение крупногабаритных частиц. Стандарт диапазона размеров частиц крупного заполнителя показан в Таблице 3-2.

Таблица 3-2 Стандарт размера крупнозернистых частиц

Размер частиц (мм)	Размер сита	Массовая доля проходящих через сито частиц (%)						
		37,5мм	26,5мм	19мм	16мм	9,5мм	4,75мм	2,36мм
25 ~ 5		100	95 ~ 100		30 ~ 70		0 ~ 10	0 ~ 5
20 ~ 5			100	90 ~ 100		20 ~ 55	0 ~ 10	0 ~ 5

[Примечание 1] Максимальный размер крупнозернистого заполнителя, используемого для укатанных бетонных плит, был стандартизирован до 20мм с учетом сопротивления разделению материала.

[Примечание 2] При использовании крупных заполнителей, отличных от максимального размера 20 мм или 25 мм, необходимо полностью учитывать влияние на физические свойства укатанного уплотненного бетона и сопротивление разделению материала.

[Примечание 3] Хотя крупный заполнитель включает в себя щебень, гравий и тому подобное, предпочтительно использовать щебень, потому что гравий имеет недостаток соединения, и увлажнение во время уплотнения является низким.

[Примечание 4] Как правило, используется щебень, который соответствует требованиям ГОСТ 8267-93 (JIS A 5005) (щебень для бетона), но для того, чтобы обеспечить устойчивость к разделению материала уплотненного бетона и плотность готовой поверхности, есть случаи использования в комбинации щебень ГОСТ 32703-2014 (JIS A 5001) (щебень для дороги). В случае использования щебня для дорог, он используется после всесторонней оценки с точки зрения экономики, заводского оборудования и т.д.

[Примечание 5] Предел потерь на истирание крупнозернистым заполнителем в соответствии с ГОСТ 33024-2014, ГОСТ 8269.0-97 (JIS A 1121) (метод тестирования заполнителя испытательной машиной Лос-Анджелес) составляет 35%. Однако в случае сильного износа в холодном снежном климате желательно ограничить предел потерь на истирание до 25% или менее.

Кроме того, при использовании бетонной плиты в качестве «белого основания» нет проблем с износа транспортными средствами, поэтому предел потерь на истирание может быть установлен на уровне 40%.

3.2.5 Добавки

(1) Для УУБП, как правило используется водный восстановитель АЕ, который соответствует требованиям ГОСТ 24211-2008 (JIS A 6204) (химическая добавка для бетона) или водный восстановитель.

(2) Добавки, такие как высокопроизводительные водные восстановители, отличные от упомянутых выше, и примеси, такие как летучая зола, мелкий порошок доменного шлака и вспенивающиеся материалы, исследуются заранее и используются после достаточного понимания характеристик.

[Примечание 1] В водном восстановителе АЕ и вообще, существуют стандартный тип, задерживающий тип и ускоряющий тип. Летом, либо в случае длительного времени транспортировки от завода до площадки, а также, при прогнозе изменения качества свежего бетона желательно использовать водный восстановитель задерживающего типа.

[Примечание 2] Что касается повреждения УУБП от мороза, то согласно прошлой строительной практике это не является особой проблемой. Однако, чтобы повысить устойчивость УУБП к

замерзанию и оттаиванию, есть результат исследования в помещении, где устранение воздуха из-за добавления большого количества АЕ является эффективным, и в будущем желательно проведение научных исследований.

3.3 Другие материалы

3.3.1 Материал дорожного полотна

Дорожные материалы обладают высокой долговечностью, используются однородные материалы, свойства которых трудно изменить из-за изменений в содержании воды, замерзания и оттаивания и тому подобного.

Битумные материалы, используемые для грунтования дорожного покрытия, и материалы, используемые для прослойки асфальта, должны соответствовать контуру асфальтового покрытия. Как правило, асфальтовая смесь с плотным размером частиц используется для прослойки асфальта.

3.3.2 Материал швов

В материале для заполнения швов, чтобы предотвратить попадание посторонних материалов, таких как вода, грунт и песок, а также для адаптации стыков к расширению и сжатию укатанной бетонной плиты используются материалы, отличающиеся долговечностью и устойчивостью к атмосферным воздействиям.

Соединительная плита хорошо приспосабливается к расширению и сжатию укатанной бетонной плиты, выступает во время расширения, ею трудно создать зазор между укатанными бетонными плитами во время усадки, и она обладает превосходной прочностью и не сильно деформируется при установке или уплотнении бетона.

Глава 4 Подбор состава укатанного уплотненного бетона

4.1 Условия подбора состава

Подбор состава Укатанного уплотненного бетона (УУБ) осуществляется таким образом, чтобы достичь пригодной для укладки обрабатываемости и требуемого качества после затвердевания. Для достижения пригодной обрабатываемости необходима устойчивость к сегрегации материалов, а также требуемая плоскостность и достаточное уплотнение машинами для укладки.

Кроме того, качество после затвердевания должно обладать следующими параметрами: требуемая прочность, высокая долговечность и износостойкость. Также качество может немного варьироваться.

(1) Прочность на изгиб для подбора состава

Расчетная прочность на изгиб для подбора состава f_{br} , получается путем умножения номинальной прочности на изгиб для подбора состава f_{bp} , на дополнительный коэффициент P , связанный с неравномерностью уплотнения. Номинальная прочность на изгиб для подбора состава f_{bp} , - это сумма номинальной прочности на изгиб f_{bk} , являющейся стандартом при проектировании укатанной бетонной плиты и дополнительной прочности, заложенной на неравномерность уплотнения f_p .

Дополнительная прочность для неравномерности уплотнения f_p , должна определяться в соответствии со степенью уплотненности, ожидаемой во время строительства. Желательно провести лабораторные тесты, тестовую укладку и т.д., чтобы надлежаще определить f_p . Однако, на этапе строительства может быть трудно провести данные мероприятия ввиду таких ограничений, как масштабы строительства и экономия. Принимая во внимание этот факт, здесь f_p принимается как 0,8 МПа со ссылкой на результат тестового строительства, проведенного Японской дорожной ассоциацией.

Значение дополнительного коэффициента p удовлетворяет двум условиям:

- Тестовое значение прочности на изгиб не падает ниже номинальной прочности на изгиб f_{bp} с вероятностью 1/5 или больше.

Тестовое значение прочности на изгиб не падает 0,8 f_{bp} с вероятностью 1/30 или больше.

Дополнительный коэффициент p предпочтительно устанавливается на основе коэффициента вариации прочности на изгиб, полученного в результате тестов, когда продолжительность строительства высокая, и на основе коэффициента вариации, когда он может быть надлежащим образом спрогнозирован из прошлых данных.

Однако, на практике продолжительность строительства часто невелика, и часто бывает трудно надлежаще посчитать коэффициент вариации. В таком случае дополнительный коэффициент $p = 1,09$ может использоваться с коэффициентом вариации в 10% (см Таблица 4-1). В случае, если $f_p = 0,8$ МПа, $p = 1,09$ и номинальная прочность на изгиб $f_{bk} = 4,4$ МПа, то прочность на изгиб для подбора состава, f_{br} , составляет 5,7 МПа $\{ = (4,4 + 0,8) \times 1,09 \}$.

Стандартное время выдержки материала для определения прочности состава составляет 28 дней. Если необходимо определить прочность состава раньше 28 дней из-за ограничений, как, например, короткий период строительства, то прочность может быть определена на 7 день. При использовании

обычного Портландцемента прочность материала на 7 день должна составлять 90% прочности для определения состава материала после 28 дней выдержки.

При подборе состава смеси коэффициент уплотнения и пористость показывают степень уплотненности. Коэффициент уплотнения представлен отношением объемной массы после уплотнения (мокрая плотность) к теоретической объемной массе (пористость 0%).

Стандартный коэффициент уплотнения при испытаниях состава на прочность обычно составляет 96%. Пористость (100-коэффициент уплотнения) для этого определяется как расчетная пористость.

(2) Обработываемость

УБП должен обладать обработываемостью в соответствии с методом укладки и пригодностью к отделке для получения требуемой плоскостности и однородности готовой поверхности.

Стандартным методом оценки консистенции УБП является метод вибрационного уплотнения VC. В этом случае целевым значением уплотненности является измененное значение VC за 50 секунд, принятое за стандарт.

В случае, если вышеуказанный метод не используется, целевое значение консистенции составляет 96% с точки зрения степени уплотнения в качестве стандарта.

На консистенцию уплотненного бетоном бетона в основном влияет удельное количество воды, и когда оно меньше предварительно определенного удельного количества воды, изменение со временем велико. Если консистенция УБП слишком плотная по сравнению с параметрами асфальтоукладчика, уплотнение становится недостаточным, в бетоне остаются пустоты, а прочность снижается. Кроме того, если консистенция недостаточно плотная, появляются усадочные трещины (при укладке асфальтоукладчиком в зависимости от консистенции бетона, скорости укладки или толщины укладки сразу после прохождения через выравнивающую плиту, трещины на бетонной поверхности могут появляться почти параллельно с выравнивающей плитой). Важно подобрать удельное количество воды, цемента и т. д., чтобы можно было получить требуемую консистенцию, потому что могут возникать трещины, а также могут возникать неровности во время уплотнения, а плоскостность нарушается.

В зависимости от используемого заполнителя, требуемая консистенция не может быть легко получена, даже если удельное количество воды увеличивается. Когда сложно изменить заполнитель, рекомендуется определить удельное количество воды, цемента и т. д. в пределах диапазона, который не мешает обработываемости, и скорректировать в соответствии с необходимой консистенцией.

(3) Максимальный размер крупнозернистого заполнителя

В качестве крупнозернистого заполнителя обычно использует щебень, и, если его трудно получить, используется булыжник. Максимальный размер обычно составляет 20мм или 25мм.

(4) Мелкозернистый заполнитель

Комбинация используемых мелких и крупных заполнителей определяет коэффициент мелкозернистого заполнителя (или полный удельный объем крупного заполнителя), при котором достигается высокая степень уплотнения и хорошая пригодность к обработке.

При определении коэффициента мелкозернистого заполнителя с помощью испытаний пробного

замеса необходимо указать примерное удельное количество воды и цемента, затем провести испытания пробных смесей с пропорцией, в которых коэффициент мелкозернистого заполнителя изменяется примерно 3-5 раз. Затем получите смесь с самой высокой степенью уплотнения для определения коэффициента мелкозернистого заполнителя. В испытании пробной смеси коэффициент мелкозернистого заполнителя корректируется в соответствии с ситуацией путем наблюдения за степенью разделения материала, пригодности к обработке и т.д.

Когда делается ссылка на размер синтетических частиц, полученных из прошлых материалов, испытание пробной смеси для определения коэффициента мелкозернистого заполнителя может быть опущено. Коэффициент мелкозернистого заполнителя УБП, который был построен к настоящему времени, распределен в диапазоне от 35 до 50% (в среднем 42%).

Таблица 4-1 и рис. 4-1 показывают диапазон совокупных размеров композитных частиц, созданных на основе пропорции смеси, полученной при фактическом строительстве. Коэффициент смешивания заполнителя определяется таким образом, чтобы получить максимально возможный размер частиц.

Таблица 4-1 Пример диапазона получения гранулометрического состава заполнителя

Размер ячеек сита (мм)	37,5	26,5	19	16	9,5	4,75	2,36	1,18	0,6	0,3	0,15
Масса просеянных частиц (%)	100	100 ~97	100 ~80	94 ~55	74 ~44	56 ~35	47 ~27	37 ~19	25 ~10	17 ~2	12 ~0

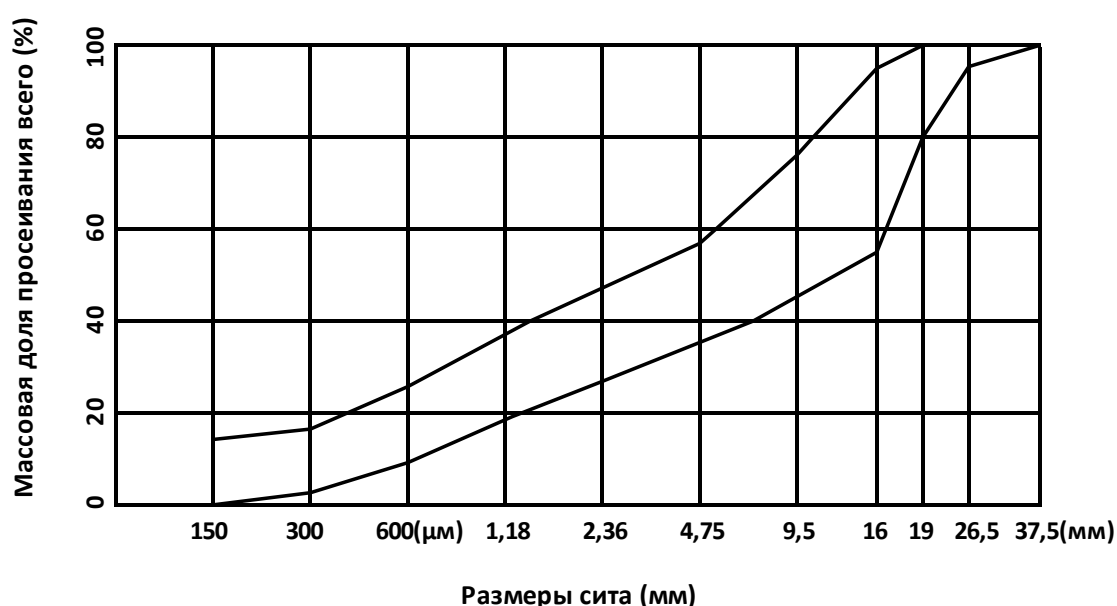


Рисунок 4-1 Пример диапазона гранулометрического состава получения заполнителя

(5) Удельное содержание воды

Удельное количество воды определяется с помощью теста, чтобы оно было как можно меньшим в пределах диапазона, в котором достигается требуемая консистенция.

Поскольку консистенция изменяется из-за влияния времени транспортировки, температуры и т. д., необходимо в достаточной мере учитывать изменение качества свежего бетона и определять консистенцию во время укладки. Измеренное значение консистенции сразу после смешивания и при

укладке отличается. Чтобы получить бетон стабильного качества при укладке, важно управлять консистенцией на заводе и быстро реагировать на изменения. По этой причине измеренное значение консистенции сразу после смешивания может использоваться в качестве целевого значения при контроле качества.

Удельное количество воды варьируется в зависимости от максимального размера крупного заполнителя, диаметра частиц заполнителя, размера частиц заполнителя, коэффициента мелких заполнителей и т. д., и оно было распределено в диапазоне 90-115 кг/м³ (в среднем 103 кг/м³).

Чтобы уменьшить колебания качества свежего бетона, эффективно использовать АЕ-восстановитель воды (задерживающий тип) или замедлитель схватывания.

(6) Удельное количество цемента

Удельное количество цемента определяется для получения требуемого качества. Количество цемента в УБП, которое было построено до настоящего времени, распределялось в диапазоне от около 280 до 320 кг/м³ (в среднем 300 кг/м³). Желательно максимально снизить удельное количество цемента в диапазоне, где достигается требуемое качество. Кроме того, необходимо определить удельное количество цемента с учетом параметров обрабатываемости, как легкость уплотнения, стойкость к сегрегации материала или изменение консистенции во времени, в дополнение к требуемой прочности и долговечности.

Если ожидается, что зимнее строительство вскоре после укладки приведет к морозному пучению, или если необходимо заблаговременно разработать высокопрочную конструкцию для раннего открытия движения, примите меры, как, например, использование быстро затвердевающего портландцемента.

4.2 Подбор состава смеси

(1) Процесс подбора состава смеси

Методика подбора состава смеси УБП отличается от методики подбора состава обычного бетонного покрытия методом расчета консистенции и методом подготовки образца для испытания на прочность. На рис. 4-2 приведен пример методики подбора смеси. Процедура, показанная здесь, показывает общий метод, и процедура или метод могут быть опущены или добавлены в зависимости от опыта.

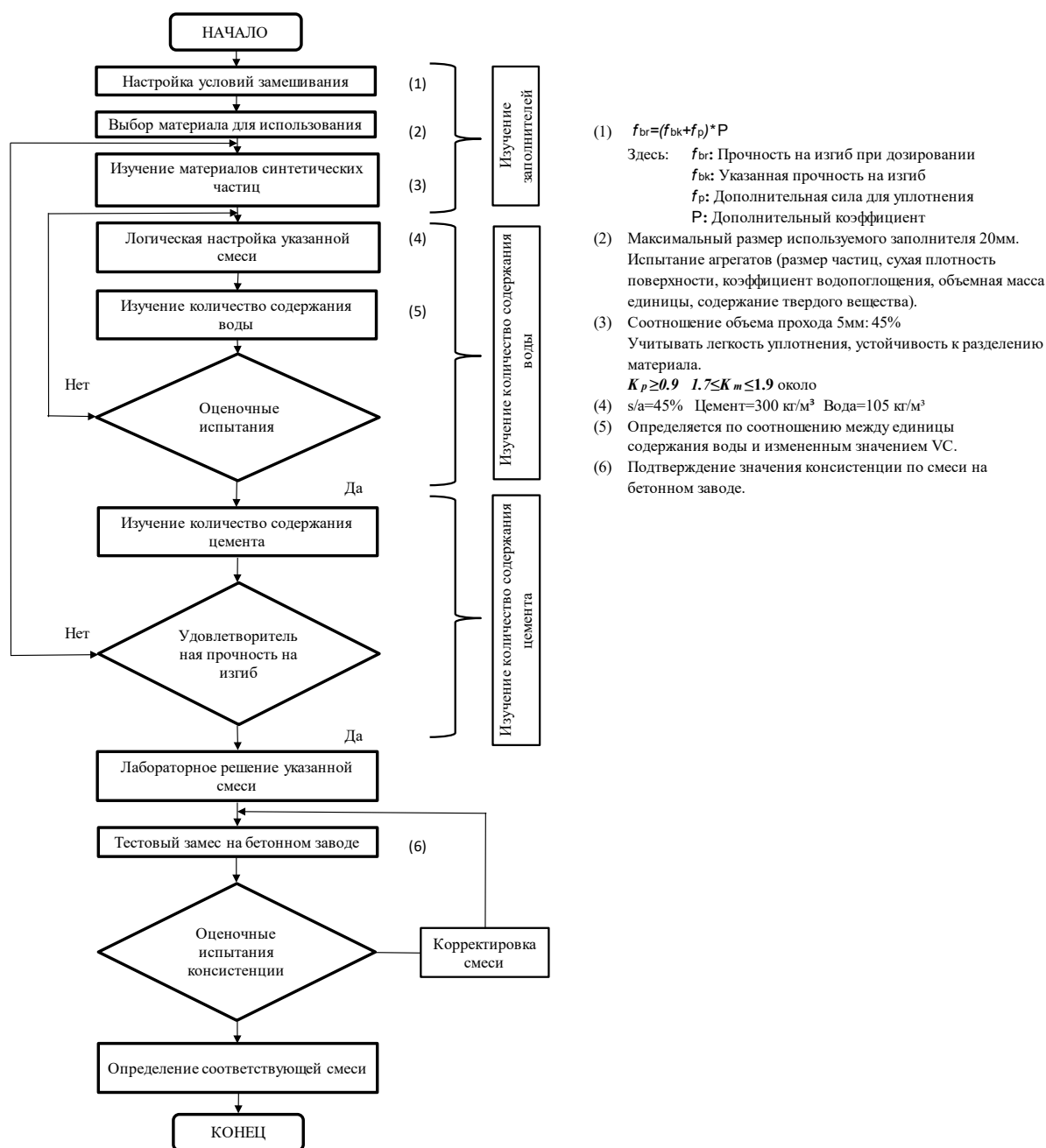


Рисунок 4-2 Пример процесса подбора состава смеси

Пункты, на которые следует обратить внимание в процессе подбора состава указаны ниже:

- ① Проверьте качество материала, используемого для уплотненного бетона.
- ② Обращаясь к материалам, основываясь на имеющемся опыте, приведенном в таблице, установите предварительный состав смеси, чтобы обеспечить качество УБП, которое удовлетворяет условиям конструкции и проекта.
- ③ Испытание пробной смеси проводится на основе вышеупомянутого подбора состава смеси, соответствующее соотношение мелкодисперсного заполнителя определяется с учетом коэффициента уплотнения и сопротивления сегрегации материала, а также удельного количества воды, при котором определяется требуемая консистенция.

- ④ Используя определенное соотношение мелких заполнителей и удельное количество воды, были проведены испытания на прочность для нескольких уплотненных бетонов с различным удельным количеством цемента, чтобы определить взаимосвязь между соотношением воды и цемента и прочностью, и было определено удельное количество цемента, необходимое для получения требуемой прочности.
- ⑤ Испытание пробной смеси выполняется на заводе, производящем УБП, и с учетом изменений в консистенции, которые происходят во время транспортировки и т. д., приведенное выше лабораторное решение о подборе состава смеси модифицируется для определения требуемой смеси.

(2) Коэффициент избытка пасты K_p , коэффициент избытка раствора K_m

Чтобы справиться со старением прочности и консистенции УУБП, K_p (коэффициент заполнения цементной пасты в пустотах мелкого заполнителя), предпочтительное значение коэффициента избытка пасты составляет 0,9 или более. Чтобы справиться с сопротивлением сегрегации материала и изменением скорости поверхностных вод заполнителя, предпочтительно установить K_m (коэффициент заполнения раствора в пустоты крупного заполнителя), коэффициент избыточного раствора должен находиться в диапазоне от 1,7 до 1,9. Концепция показана на рисунке 4-3.

$$K_p = (W + C / \rho_c) / (S / W_s \times V_s)$$

$$K_m = (W + C / \rho_s + S / \rho_G) / (G / W_G \times V_G)$$

Здесь,

K_p : Коэффициент заполнения цементной пасты в пустотах мелкого заполнителя (коэффициент избытка пасты)

K_m : коэффициент заполнения раствора в пустоты крупного заполнителя (коэффициент избытка раствора)

W, C, S и G : Удельное количество воды, цемента, мелкого заполнителя и крупного заполнителя ($\text{кг}/\text{м}^3$)

W_s и W_G : Массы на единицу объема в случае, когда мелкий заполнитель и крупный заполнитель в состоянии сухой поверхности достаточно уплотнены ($\text{кг}/\text{м}^3$)

V_s и V_G : значения пористости в случае, когда мелкий заполнитель и крупный заполнитель в состоянии сухой поверхности достаточно уплотнены (%)

ρ_c, ρ_s, ρ_G : Поверхностная сухая плотность цемента, мелкого заполнителя и крупного заполнителя .

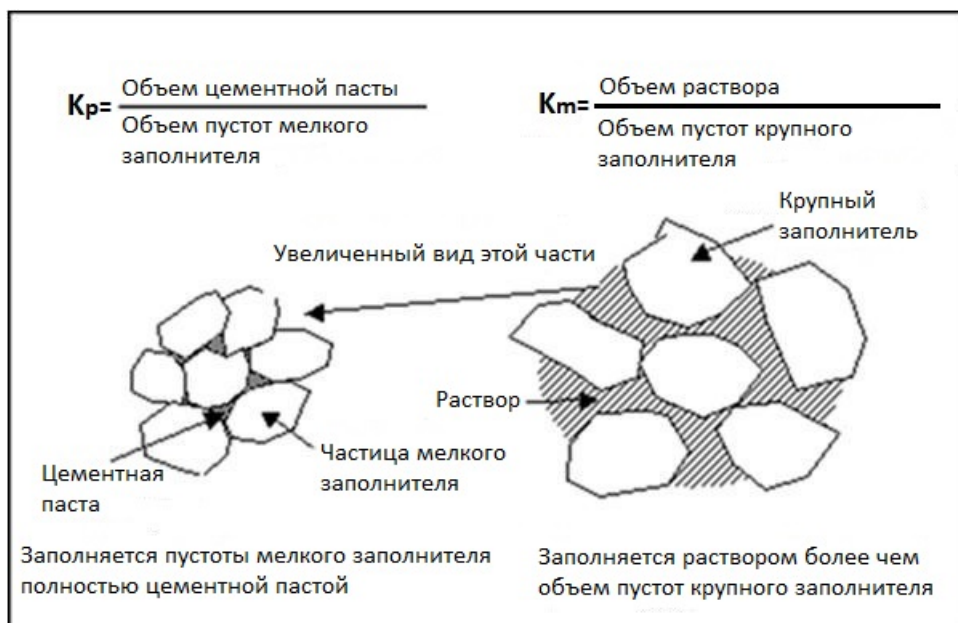


Рисунок 4-3 Общее описание K_p , K_m

(3) Ключевые соображения для подбора состава смеси

Экспериментальный миксер используется для испытания пробной смеси в лаборатории, и качество смешанного бетона может отличаться от бетона, полученного с завода, используемого в реальном производстве, из-за различий в производительности, параметрах смешивания и т.д. Следовательно, в случае использования бетонного завода, на котором еще не производили бетон, в принципе выполняется пробное смешивание на заводе, и состав лабораторной смеси, определенной в помещении, корректируется до указанной смеси с требуемым качеством. Кроме того, колебания в используемых материалах, изменения ожидаемой температуры и т. д. могут повлиять на качество бетона, и, если необходимо, проводятся тесты для подтверждения этого, чтобы исправить состав смеси.

Взаимосвязь между различными физическими свойствами бетона и подбором его состава можно рассматривать следующим образом:

- ① На сегрегацию материалов в основном влияют максимальный размер заполнителя, соотношение мелких заполнителей и размеры частиц мелких и крупных заполнителей.
- ② На консистенцию в основном влияют удельное количество воды и цемента, соотношение мелких заполнителей, а также форма частиц и размер мелких и крупных заполнителей.
- ③ На пригодность к обработке в основном влияют соотношение мелких заполнителей, размер мелкозернистых частиц, содержание мелких частиц, включая цемент и удельное количество воды.
- ④ На прочность в основном влияет удельное количество цемента (водоцементное соотношение) и степень уплотнения.

При проектировании смеси УУБП, если расчет состава смеси выполняется с учетом количества воздуха заранее, как в случае обычного бетона, оценка степени уплотнения становится сложной.

Поэтому в процессе вплоть до определения состава смеси проводят испытание пробной смеси и тому подобное с пористостью 0% (коэффициент уплотнения: 100%). Прочность УУБП, как правило, выше, чем у бетонного покрытия с таким же водоцементным соотношением. При подборе состава смеси необходимо учитывать такие параметры обрабатываемости как консистенция, стойкость к разделению материала и старение, а также прочность.

(4) Форма подбора состава заданной смеси

Таблица 4-2 показывает стандартную форму подбора состава заданной смеси. Заданная смесь выражена с учетом расчетной пористости. Выражение на конечной стадии проектирования смеси показывает, как теоретическую смесь (пористость 0%), так и заданную смесь (обычно пористость составляет 4%).

Контроль уплотнения при строительстве УУБП выполняется на основе степени уплотнения (отношение плотности УУБП во влажном состоянии к относительной влажной плотности). В этом случае относительная влажная плотность обычно представляет собой плотность при степени уплотнения (обычно 96%), которая является относительной при подборе состава смеси.

Таблица 4-2 Форма подбора состава заданной смеси

Пункт	Макс. Размер крупного заполнит. (мм)	Целевое значение консистенции (сек. и %)	Соотношение Вода/Цемент (%)	Кэф. Мелк. Запол-ль (%)	K_p	K_m	Удельное кол-во (кг/м³)					Масса единицы объема (кг/м³)
							Вода W	Цемент C	Мелк. заполн. S	Крупн. заполн. G	Примеси	
Теоретическая смесь												
Заданная смесь												
Примечания	(1) Расчетная прочность на изгиб =					МПа	(6) Тип крупного заполнителя:					
	(2) Прочность для подбора состава смеси =					МПа	(7) Модуль крупности мелкого заполнителя:					
	(3) Пористость проектируемая =					%	(8) Метод оценки консистенции:					
	(4) Тип цемента:						(9) Время строительства:					
	(5) Тип примеси:						(10) Время транспортировки бетона:					

[Примечание 1] Целевым значением консистенции является значение сразу после смешивания.

[Примечание 2] Масса единицы объема - это общее количество единиц измерения (= W + C + S + G). Относительная плотность, используемая для контроля уплотнения при строительстве, представляет собой единицу объема массы в заданной смеси (единица измерения конвертируется в г/см³).

Колонка для K_p , K_m

K_p - это объемное соотношение, указывающее количество пасты, которое может заполнить пустоты мелкого заполнителя, когда масса единицы объема определяется методом JIS. K_m - это объемное соотношение, которое указывает количество раствора, которое может заполнить пустоты крупного заполнителя, когда масса единицы объема определяется методом JIS.

По мере увеличения K_m количество раствора увеличивается, а количество пасты становится пропорционально недостаточным (то есть K_p уменьшается). Кроме того, с уменьшением K_m количество раствора уменьшается, а количество пасты увеличивается пропорционально (то есть увеличивается K_p). Как правило, коэффициент мелкого заполнителя устанавливается до получения цемента. Это индекс, необходимое количество цемента для заполнения мелких пустот.

Согласно полученным результатам, если $K_p < 0,9$ степень уплотнения будет уменьшаться, и уплотнение на участке будет недостаточным (изменения в консистенции из-за сегрегации материала, производство до уплотнения с течением времени, разделение заполнителя во время уплотнения), что представляет собой проблему. Когда $K_m < 1,7$ количество мелкого заполнителя, которое может заполнить пустоты между частицами крупного заполнителя, пропорционально мало, что вызывает сегрегацию материала при загрузке смеси из миксера на заводе в самосвал или при выгрузке из самосвала в асфальтоукладчик. В частности, происходит разделение материала между верхним и нижним слоями бетонной плиты (малая степень уплотнения в нижней части плиты). Когда $K_m > 1,9$ количество мелкозернистого заполнителя, которое может заполнить пустоты между частицами крупного заполнителя, пропорционально велико, и не только материал недостаточно уплотняется во время уплотнения катком, но также количество пасты, которая заполняет пустоты между частицами мелкого заполнителя, пропорционально недостаточно. Количество пасты, которая может заполнять пустоты между частицами заполнителя, является относительно небольшим, и необходимо увеличить удельное количество воды и цемента для заполнения мелких пустот, чтобы обеспечить плотность уплотнения. Для заполнения небольших пустот необходимо увеличить удельное количество воды и цемента.

Хотя вышеприведенное показано в следующей справочной литературе вместе с экспериментальными данными, β и K_m в справочной литературе имеют практически одинаковое значение, тогда как K_p соответствующий $\alpha = 1,0$ составляет около 0,9. Будьте внимательны при обработке числовых значений.

[Справочная литература]

1) Мамору Кагата, Хиромичи Като, Такаёси Кодама, Шинья Хаяси и Ю Ямада: Исследование метода подбора состава смеси бетона для УУБП, Журнал дорожного строительства Японского общества инженеров-строителей Японии, том 10, с.183 -189, 2005

2) Кацуо Кокуфу, Ацуси Уэно: Проектирование смесей из сверхпрочного бетона на основе оценки рабочей нагрузки уплотнения, Труды Японского общества инженеров-строителей, № 532, стр.109-118, 1996 г.

Глава 5 Строительные работы

5.1 Общий обзор

При строительстве УУБП используется твердый бетон с заметно уменьшенным объемом воды на единицу материала, поэтому особенно важны работы по равномерной укладке и достаточному уплотнению. По этой причине, укладка покрытия выполняется с использованием асфальтоукладчика и вибрационного катка с высокой мощностью уплотнения.

Кроме того, перед началом строительства надо внимательно ознакомиться с планом проектирования, чтобы точно понять содержание конструкции. Необходимо проверить условия на участке, заново просмотреть содержание проекта и составить соответствующий план строительства, чтобы обеспечить требуемое качество и заверченный вид конструкции.

5.2 План строительных работ

Для укладки УУБП необходимо заранее подготовить тщательный план строительных работ. Основные моменты, на которые следует обратить внимание в плане строительства, заключаются в следующем.

5.2.1 Бесперебойное непрерывное строительство

Чтобы получить требуемое качество и заверченный вид конструкции, необходимо обеспечить определенную длину строительных работ для осуществления бесперебойного строительства.

Иногда даже при высокой мощности строительной техники, бывают случаи недостаточного количества материала либо возникновения необходимости регулирования техники из-за сбоя. В связи с этим, трудно бывает обеспечить бесперебойность строительных работ, что приводит к ухудшению вида окончательной отделки и качества конструкции. Здесь необходимо преждевременное тщательное планирование с учетом нижеприведенных пунктов. В ходе строительных работ необходимо тесно контактировать с заводом, чтобы вовремя отгружать бетон.

(1) Отгрузочная мощность завода по производству укатанного уплотненного бетона

Отгрузочная мощность завода-изготовителя бетона часто снижается примерно до 50-70% от максимальной отгрузочной мощности, потому что укатанный бетон представляет собой бетон с твердым замешиванием, и значительно уменьшенным объемом воды. Кроме того, в зависимости от состояния оборудования и т.п., при погрузке бетона в транспортное средство могут возникнуть задачи, что может повлиять на объем отгрузки. Поэтому важно установить соответствующую этому скорость строительства и спланировать план транспортировки бетона.

(2) Загрузка бетона в асфальтоукладчик

В зависимости от ширины и длины конструкции, может потребоваться некоторое время от прибытия машины с бетоном на площадку до загрузки бетона в асфальтоукладчик. Поэтому необходимо учитывать порядок строительных работ, чтобы обеспечить бесперебойную подачу бетонной смеси в зависимости от ситуации на площадке.

(3) Строительство специальных частей

Нелегко изменить ширину покрытия асфальтоукладчика в ходе строительных работ, потому что бетон укладывается толстым слоем. Следовательно, при составлении плана строительства важно тщательно изучить специальные части, такие как расширенная часть, включая разделение работ и порядок, чтобы обеспечить непрерывность и бесперебойность строительных работ.

5.2.2 Изготовление бетонной смеси для УУБП

Колебания размера зерна заполнителя и консистенция уплотненного бетона влияют на качество и форму уплотненной бетонной плиты, и, в частности, чем больше толщина выравнивания, тем труднее становится обеспечить плоскостность. Следовательно, при производстве уплотненного бетона необходим достаточный контроль качества.

5.2.3 Строительство бетонной плиты

Бетонная смесь для УУБП обладает свойством расслоения материалов, в отличие от бетонной смеси для обычного бетонного покрытия. Расслоение материалов во время строительства является недостатком для конструкции дорожного покрытия, поэтому по мере необходимости, надо принимать меры против этого во время погрузки на транспортное средство с завода. Расслоение материалов происходит на краевой части асфальтоукладчика, поэтому производится равномерное выравнивание в поперечном направлении с помощью винтового распределителя.

5.3 Строительная техника

Для строительства бетонной плиты используется асфальтоукладчик с высоким уровнем уплотнения, оборудованный усиленной стяжкой. Кроме этого, для укладки применяется вибрационный каток и пневматический каток для уплотнения.

Организация стандартной строительной техники показана в Таблице 5-1.

Таблица 5-1 Организация стандартной строительной техники

Использование		Название техники
Укладка		Асфальтоукладчик с усиленным уплотнением
Уплотнение	Первичное-вторичное уплотнение	7-10 тонный вибрационный каток
	Завершающее уплотнение	8-20 тонный пневматический каток

[Примечание 1] В случае использования метода строительства без опалубки, могут быть использованы 4-тонный комбинированный каток или ручной вибрационный каток для укатки краевых частей.

[Примечание 2] Для завершающего уплотнения при необходимости можно использовать вибрационный каток горизонтального типа или 4-тонный комбинированный каток.

5.3.1 Техника для укладки

Асфальтоукладчик должен укладывать ровно, без расслоения материалов, и обладать высокой уплотняющей способностью. Выбор асфальтоукладчика должен быть сделан с учетом следующих моментов.

(1) При изготовлении бетонной плиты требуется высокая степень уплотнения при укладке, чтобы

обеспечить требуемое качество и плоскостность покрытия. По этой причине используется усиленная стяжка асфальтоукладчика, показанная на Рисунке 5-1.

[Примечание] В случае, когда толщина плиты составляет 15см, может использоваться асфальтоукладчик, комбинирующий тип с одними брусьями и тип с трамбующими брусьями.

- (2) Асфальтоукладчик должен быть выбран, принимая во внимание план строительства. Должны учитываться такие свойства техники как передвигаемость, возможная толщина прокатки, сила уплотнения и т.д.



Рисунок 5-1 Пример усиленной стяжки асфальтоукладчика

[Примечание 1] Предпочтительно, чтобы механизм передвижения был гусеничного типа и мог работать на низкой скорости.

[Примечание 2] Лучше прикрепить удерживающую пластину (перегородку) перед распределителем в качестве одного из мер для предупреждения расслоения материала во время укладки.

- (3) При укладке без использования опалубки, краевая часть бруса должна представлять конструкцию, к которой прикреплена конечная пластина с заданным углом.

5.3.2 Оборудование для уплотнения

(1) Первичное и вторичное уплотнение

Вибрационный каток, который применяется во время первичного и вторичного уплотнения покрытия должен быть 7-10 тонным, и желателен tandemный вид катка.

[Примечание 1] Вибрационный каток желательно выбирать такого типа, в котором можно переключать частоту вибрации и амплитуду.

[Примечание 2] Виброкатки с резиновым покрытием иногда используются для предотвращения прилипания бетона к катку и придания плотности поверхности при уплотнении бетона.

[Примечание 3] В методе укладки без использования опалубки, иногда боковые части уплотняются вибрационным катком, а затем 4-тонным комбинированным катком

(2) Завершающее уплотнение

По стандарту для завершающего уплотнения применяется 8-20 тонный пневматический каток.

[Примечание] Вместо 8-20 тонного пневматического катка можно использовать 11-30 тонный пневматический каток или вибрационный каток горизонтального типа. Кроме того, можно использовать комбинацию пневматического катка и вибрационного катка горизонтального типа или

4-тонный комбинированный каток.

(3) Уплотнение краевых участков и узких мест

Вибрационные катки, трамбовщики, ручные вибрационные катки и т. д. используются для уплотнения краевых участков и узких мест.

5.4 Порядок строительных работ

5.4.1 Стандартный рабочий процесс и формирование техники

При строительстве УУБП бетонная смесь с однородной консистенцией, изготовленная и транспортированная при надлежащем контроле качества, должна укладываться как можно более гладко, без расслоения материала с помощью асфальтоукладчика. Затем необходимо как следует уплотнить до заданной степени уплотнения при помощи вибрационного катка.

Стандартный рабочий процесс укладки укатанного бетонного покрытия и формирование техники показаны на Рисунке 5-2.

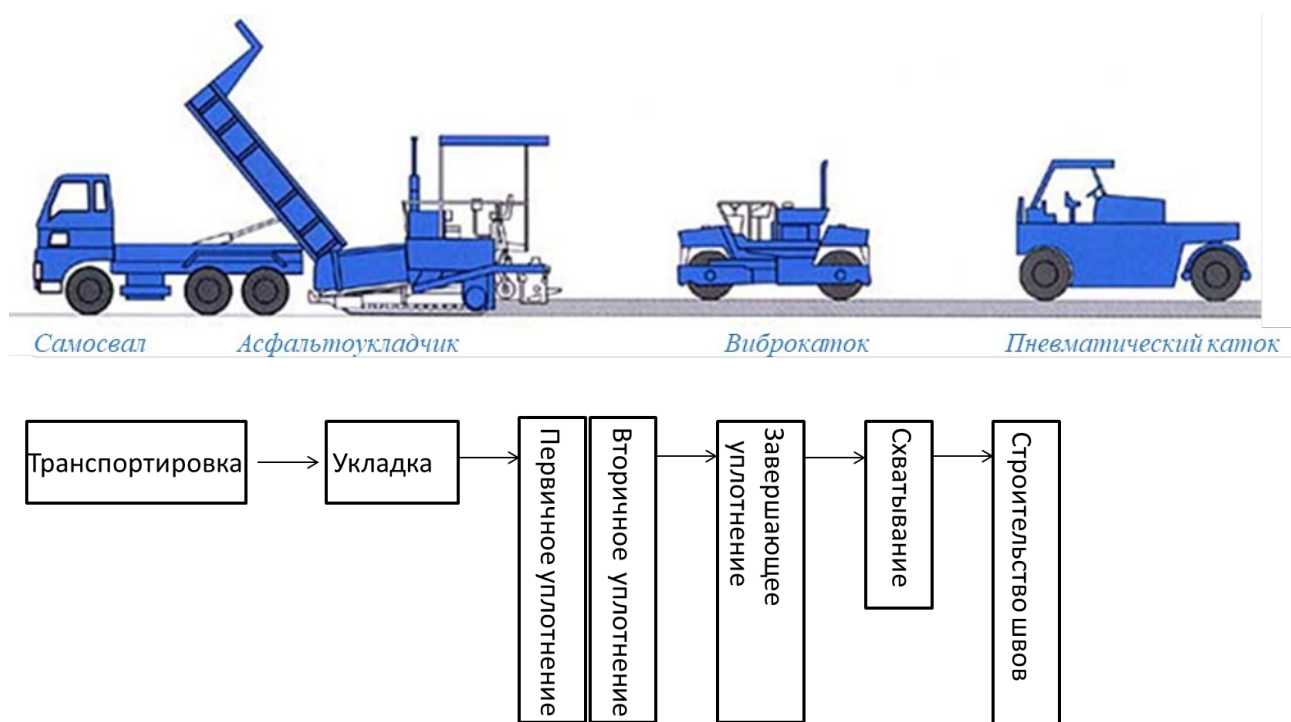


Рисунок 5-2 Стандартный рабочий процесс укладки УУБП и формирование техники

[Примечание] Касательно строительства нижнего и верхнего слоёв основания ссылайтесь на способы строительства обычного цементобетонного покрытия.

5.4.2 Замешивание и транспортировка бетонной смеси для УУБП

(1) Замешивание бетонной смеси

Для замешивания бетонной смеси УУБП используется циклический бетоносмеситель или смеситель непрерывного действия для получения требуемого качества и достаточных производственных мощностей. Пункты, которые следует учесть при изготовлении бетонной смеси и транспортировке

приведены ниже.

- 1) Замешивание бетонной смеси необходимо производить любыми следующими типами: бетоносмеситель с двухосной мешалкой, бетоносмесители горизонтального типа вращения или наклонного типа. Однако с точки зрения эффективности, желательно использовать бетоносмеситель с двухосной мешалкой, поскольку он замешивает бетон с твердым перемешиванием с заметно сниженным содержанием воды. Обычно, количество бетона для одной партии устанавливается примерно до 2/3 от номинальной емкости миксера. При этом, время замешивания часто превышает в 1,5 раза чем у обычного бетона (бетон имеет усадку 8-12см), однако это осуществляется путем фактического проведения пробного замешивания на используемом оборудовании. Установить объем необходимо на основе наблюдения за состоянием смеси и изменением нагрузки смесителя.
- 2) Во время замешивания бетоносмесителем непрерывного действия, необходимо тщательно изучить производственные мощности и качество, включая совокупную подачу материалов и управление.
- 3) Колебания консистенции бетонной смеси для УУБП сильно влияют на качество и заверченный вид бетонного покрытия, поэтому важно использовать их с небольшими изменениями в размере частиц заполнителя и соотношении поверхностной воды.
- 4) Поскольку объем воды в бетонной смеси УУБП за единицу материала маленький, то в случае, если соотношение объема поверхностной воды заполнителя большое, совокупный объем воды при замесе становится очень маленьким. Это ухудшает точность измерения соотношения воды в бетонной смеси. В итоге, содержание воды из-за объема поверхностной воды может превысить уровень воды, установленной за единицу материала. В таком случае, нельзя без корректировки количества поверхностной воды использовать мелкозернистый заполнитель, так как в нем содержится большое количество поверхностной воды.
- 5) Необходимо соблюдать осторожность при загрузке уплотненного бетона на самосвалы на заводе, чтобы предотвратить сегрегацию материала. Для этого необходимо уменьшить высоту падения, перемещать самосвал назад и вперед и загружать как можно более в плоском положении.

(2) Транспортировка бетонной смеси

- 1) Транспортировка бетонной смеси производится на самосвале. Необходимо составить план транспортировки с указанием количества самосвала так, чтобы транспортировка смеси производилась исходя из непрерывной работы асфальтоукладчика.
- 2) Целевое время от замешивания бетонной смеси до начала уплотнения составляет 60 минут. Если оно превышает данное время, желательно использовать обезвоживающий агент АЕ (замедленного типа) или устанавливать замедлитель в качестве добавки для поступающего бетона, при этом максимальное время будет составлять 90 минут.
- 3) Так как поверхность бетонной смеси при транспортировке легко высыхает, надо тщательно покрыть защитной пленкой.

5.4.3 Укладка

При строительстве укатанного бетонного покрытия важно завершить укладку, сохраняя при этом

необходимую консистенцию бетонной смеси. Следовательно, по мере того как бетонная смесь доставляется на строительную площадку, уплотненная бетонная плита должна равномерно укладываться асфальтоукладчиком, чтобы она имела заданную толщину. Поскольку укладка оказывает большое влияние на форму укатанного бетонного покрытия, важно тщательно оценить производительность асфальтоукладчика, исходя из которого, контролируется высота и бесперебойность в работе асфальтоукладчика. Во время укладки необходимо учесть нижеприведенные пункты.

(1) Подготовка к укладке

Поскольку объем воды за единицу в бетонной смеси УУБП маленький, важно принять меры, чтобы поверхность дорожного полотна не была сухой, а при необходимости распылить воду на дорожное полотно. Также необходимо проверить линию перемещения асфальтоукладчика и устройство автоматической регулировки высоты для асфальтоукладчика.

(2) Ширина укладки

Для укатанной бетонной плиты с одинаковым поперечным уклоном предпочтительно прокладывать 2 полосы движения одновременно. Однако при выборе ширины укладки необходимо тщательно учитывать линейность и ширину дороги, технические возможности, используемого асфальтоукладчика, возможность своевременного обеспечения бетонной смесью.

В случае дороги с двумя полосами движения, когда строительство проводится по одной полосе, необходимо выбрать ширину укладки одной полосы, чтобы вертикальный шов стал центральной линией дороги. Кроме того, его можно уложить по всей ширине в местах, где поперечный уклон не так сильно меняется на дороге с двумя полосами движения.

(3) Толщина укладки

Избыточная высота укатанного уплотненного бетона варьируется в зависимости от типа асфальтоукладчика, толщины бетонной плиты и состава бетонной смеси. Как правило, для асфальтоукладчика усиленного типа составляет около 5 - 15%, а для смешанного типа асфальтоукладчика – 15 - 30%.

(4) Скорость укладки

Скорость укладки составляет обычно около 0,5 - 1,0 м/минуты, но может варьироваться в зависимости от толщины плиты, ширины укладки, пропускной способности бетонной смеси и т. д. Прерывание процесса укладки влечет за собой снижение уровня плоскостности поверхности, изменение плотности бетонной смеси или расслоение материала. После затвердения поверхности эти факторы могут быть причиной возникновения трещин, на поверхности покрытия образуются повреждения, поэтому важно составить план транспортировки бетонной смеси для УУБП и установить соответствующую скорость укладки.

(5) Краевые части дорожного покрытия

В случае, когда нет придорожной конструкции по обочинам, существует способ отделки краев дорожного покрытия с помощью асфальтоукладчика с прикрепленной краевой крышкой, который

отделывает края покрытия углом от 45 до 60 градусов, и способ отделки по вертикали с использованием опалубки. Оба эти метода применяются в зависимости от ситуации.

(6) Укладка вручную

Лучше не укладывать УУБП вручную, так как есть большая вероятность недостаточного уплотнения и неровности поверхности. В узких местах, где техника не достает, укладка осуществляется вручную, но необходимо укладывать максимально равномерно и быстро.

5.4.4 Уплотнение

Уплотнение следует начинать как можно скорее после завершения укладки и выравнивания, необходимо при выполнении получить заданную степень уплотнения. Порядок работ по уплотнению выполняется в соответствии с порядком работ по асфальтовому покрытию.

Если поверхность укатанного бетонного покрытия во время строительства быстро высыхает, то необходимо проводить тонкое распыление влажно-воздушной смеси на поверхности.

(1) Первичное уплотнение

Для осадения поверхности выровненного бетонного покрытия проводится первичное уплотнение. С помощью 7-10 тонного вибрационного катка 2 раза (1 полный оборот) без вибрации проводится уплотнение.

(2) Вторичное уплотнение

Вторичное уплотнение проводится вслед за первичным уплотнением также с помощью вибрационного катка, использовавшегося во время первичного уплотнения, но с вибрацией для получения заданной степени уплотнения. Количество прокатки для уплотнения варьируется в зависимости от типа вибрационного катка, толщины плиты, состава бетонной смеси и т.д. Обычно проводится около 4-6 раз (2-3 полных оборотов) уплотнения. Уплотнение с помощью вибрационного катка, предпочтительно, проводить с соответствующей частотой и шириной поверхности для уплотнения. Они определяются в соответствии с толщиной бетонного покрытия. Кроме того, важно выполнять прокатку, внимательно наблюдая за поверхностью.

(3) Завершающее уплотнение

Завершающее уплотнение выполняется с помощью 8-20 тонного вибрационного катка. Оно выполняется с целью стирания следов от катка, устранения следов от перетаскивания на поверхности. При необходимости используют вибрационный каток горизонтального типа, комбинированный каток или тому подобное. Прокатка проводится до того количества, пока не будет достигнута вышеуказанная цель прокатки, обычно оно составляет примерно от 2 до 8 раз (от 1 до 4 полных оборотов).

[Примечание] Считается, что вибрационный каток горизонтального типа эффективен для устранения следов сопротивления при укладке асфальтоукладчиком и для уплотнения поверхности.

(4) Уплотнение вблизи опалубки и конструкций

Уплотнение вблизи опалубки и дорожных конструкций проводится с помощью вспомогательной техники (вибрационного катка, трамбующей машины, вибрационного катка с ручным управлением и

т.д.)

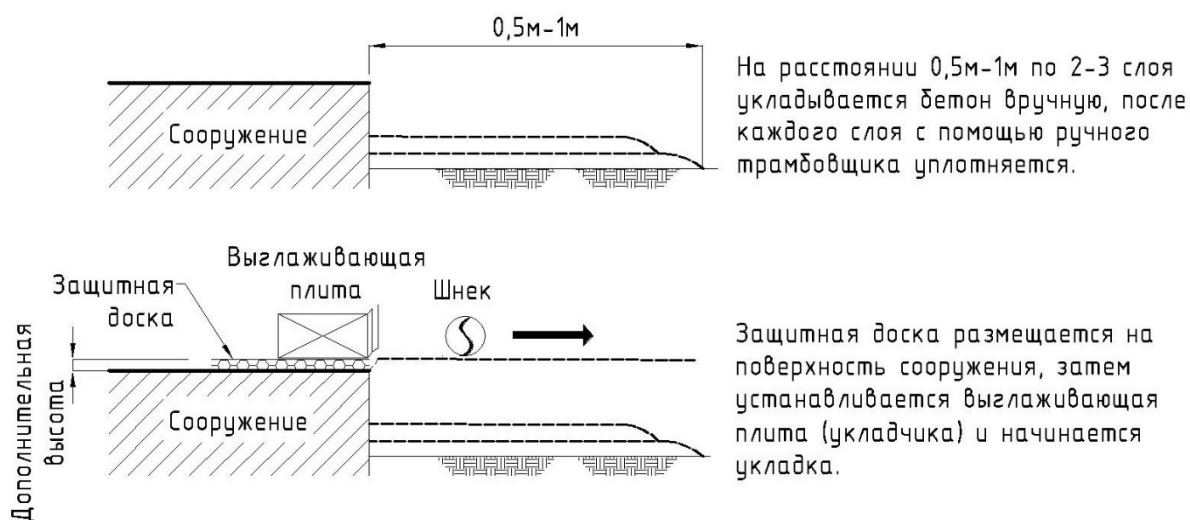
5.4.5 Строительство особых участков

(1) Строительство дорожного полотна

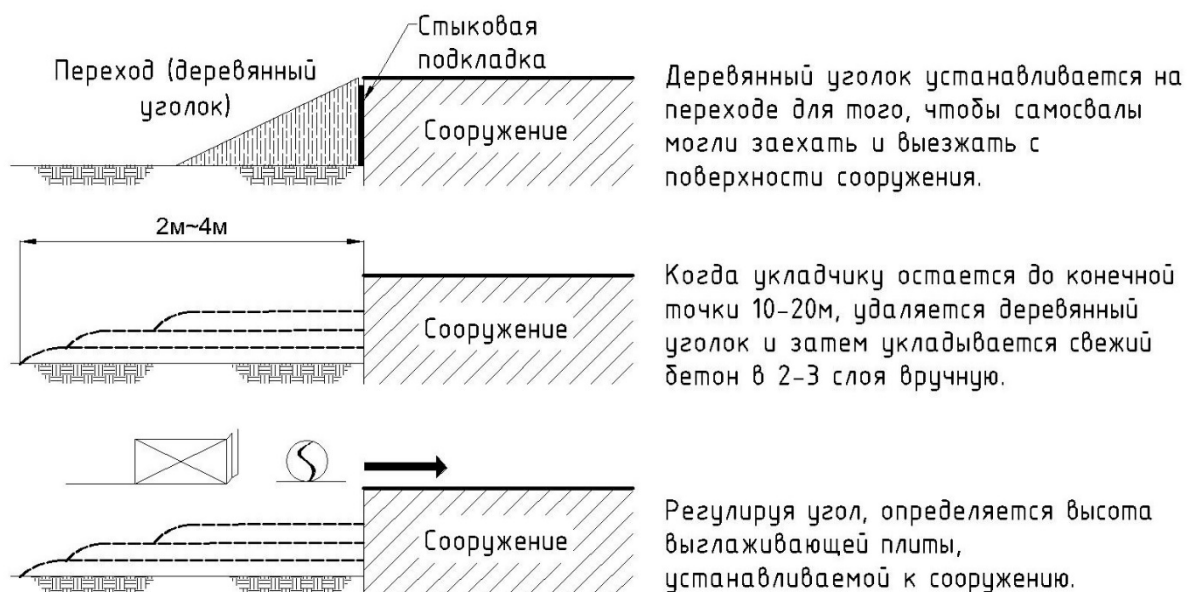
В случае, когда есть участок подхода к опорам моста или поперечной конструкции, при тщательной обработке цемента дорожного полотна, необходимо использовать дополнительно и вспомогательную технику (вибрационный каток, трамбующая машина, вибрационный каток с ручным управлением и т.д.).

(2) Строительные работы по подходам к дорожной опоре, поперечному дренажному сливу и т. д.

В участках с подходом к опоре моста, поперечному дренажному сливу необходимо совмещать с ручной отделкой уплотнения. В этом случае необходимо руководствоваться методами работ, которые показаны на Рисунке 5-3. При этом очень важно обеспечить установленный уровень уплотнения и высоту завершенной конструкции. Участки стыка с поверхностью конструкции присоединяются к укатанному бетонному покрытию с помощью раствора, который отшлифовывается с помощью вибрационного катка. Для того чтобы не повредить конструкцию из-за вибрации вибрационного катка, на поверхности конструкции отключается вибрация.



А) Начальная точка укладки



Б) Конечная точка укладки

Рисунок 5-3 Пример строительных работ на участке стыка с опорой моста

(3) Строительные работы на начальной и конечной участках

Строительные работы на начальные и конечные участки соединения, с существующим покрытием, проводится по нижеприведенной информации.

1) Начальный участок

Рисунок 5-3 (А) подходит для работ на начальном участке

2) Конечный участок

Рисунок 5-3 (Б) подходит для работ на конечном участке, а также надо руководствоваться Рисунком 5-4.

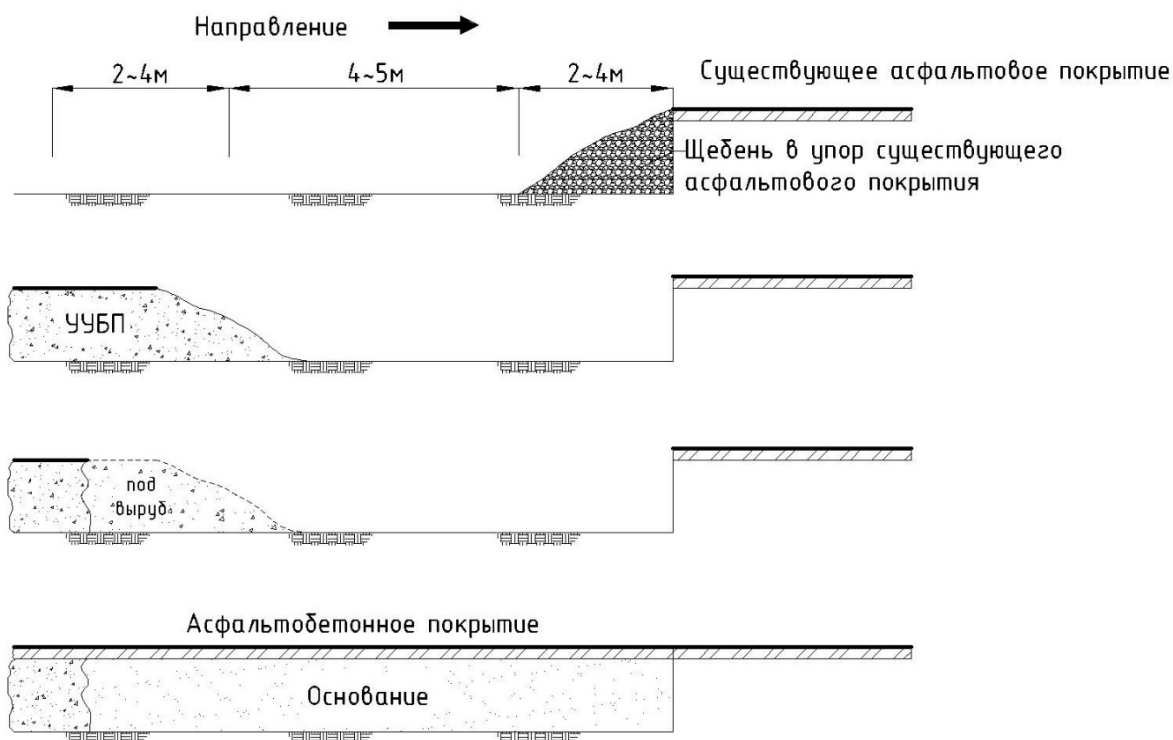


Рисунок 5-4 Строительные работы на конечном участке

(4) Строительные работы при изменении ширины (расширенная часть и т.д.)

Когда ширина увеличивается приблизительно на 1м в расширенной части, разравнивающий брус асфальтоукладчика подбирается с изменяемой стяжкой. В этом случае, чтобы не вызывать избыток или недостаток материала, необходимо отрегулировать количество подаваемого бетона и разделить полосу дорожного покрытия с учетом баланса ширины асфальтоукладчика слева и справа. Кроме того, когда ширина постепенно уменьшается, целесообразно убрать бетонную смесь с помощью совка перед стяжкой, чтобы уменьшить нагрузку.

Кроме того, в случае уплотнения вручную, необходимо укладывать смесь в 2-3 слоя, чтобы не было разницы в готовой высоте на месте стыка покрытия, уложенного техникой и вручную.

В местах, где ширина меняется вне зависимости от того, уложено было это техникой или вручную, необходимо заранее тщательно изучить разделение полосы дорожного покрытия, чтобы эти соединенные части не отличались по плотности, высоте и т.д., Желательно составить план строительства, который не предусматривает ручной укладки. Если длина дороги в расширенной части мала, а конструкция уплотненного бетонного покрытия является невыгодной, также будет рассматриваться использование обычного цементобетонного покрытия.

(5) Место установки канализационного люка

В случае если канализационные люки или сооружения для сбора воды на обочине препятствуют при движении и укладке асфальтоукладчика, то необходимо заранее уменьшить окончательную высоту конструкции, выкопать эти сооружения после завершения укладки и отрегулировать высоту. Кроме того, если работа находится на этапе проектирования, то желательно спроектировать строительство

так, чтобы не было участков с такими сооружениями.

Основные проблемы, возникающие при работе укладчика, заключаются в следующем.

- 1) В случае расположения канализационного люка в гусеничном ходе укладчика или в ходовой части колеса.
- 2) Когда нижеприведенные части укладчика ниже высоты верхней части люка:
 - A. Высота нижней части основного блока укладчика (в зависимости от модели она составляет около 15 - 20см)
 - B. Высота нижней части шнекового распределителя (в зависимости от модели, установленного положения, около 13 - 30см)
 - C. Высота нижнего конца удерживающей пластины на передней части шнекового распределителя (10 -15см)

Части, которые должны быть соединены с конструкцией, тщательно уплотнены с помощью вспомогательной техники, а поверхность укатанного бетонного покрытия отделана раствором и отшлифована, чтобы не было неровностей.

(6) Внутри тоннелей

В основном строительные работы укатанной бетонной плиты в тоннеле такие же, как и в случае открытой части сооружения. Однако, поскольку он будет построен в ограниченном пространстве, необходимо тщательно изучить метод строительства, который учитывает следующие моменты.

- 1) Время цикла самосвала.
- 2) Место эвакуации самосвала (в некоторых случаях – поворотный круг).
- 3) Высота тоннеля, которая позволит обеспечить при выгрузке бетона необходимый угол для разгрузки.

5.4.6 Строительные работы швов

(1) Поперечный температурный шов сжатия

Поперечный температурный шов сжатия - в случае наложения шва в середине строительных работ в течение одного дня, называется шов-надрез или температурный шов неполного профиля, а если шов выполнен в конце строительства дорожного покрытия, называется стыковой шов.

1) Шов-надрез (Температурный шов неполного профиля)

Температурный шов неполного профиля представляет собой вырезной шов, который делается после затвердевания укатанной бетонной плиты как можно скорее для избежание образования трещин первоначальной температуры.

В случае, когда во время резки шва имеется много угловых сколов в укатанной бетонной плите, то лучше вырезать одним лезвием, а на следующий день подкорректировать на требуемую ширину.

[Примечание] Если рядом с шовным пазом, появились трещины, принимаются меры по предотвращению проникновения дождевой воды в эту трещину, путем впрыскивания герметизирующего материала для шва, и можно этот участок заменить на предусматриваемый температурный шов неполного профиля.

2) Стыковой шов

Процедура строительных работ стыковых швов приведена ниже. Пример показан на Рисунке 5-5.



Рисунок 5-5 Процедура строительных работ стыковых швов

- ① Уложить укатанное бетонное покрытие на дорожное полотно, чтобы заданная толщина плиты могла быть обеспечена после укладки, где должен быть выполнен шов.
- ② Обрезать участок укатанного бетонного покрытия на глубину около 5 см в горизонтальном направлении, где должен быть выполнен шов и вырезать этот участок
- ③ Как показано на рис. 5-5, распределите уплотняемый бетон по разрезу.

[Примечание] Когда вибрационный каток устанавливается на уже построенную конструкцию, то вибрация всегда приостанавливается. Кроме того, для защиты поверхности также можно укладывать фанеру на поверхность существующей конструкции.

(2) Поперечный температурный шов расширения

Поперечный температурный шов расширения может быть установлен на месте соединения в конце дорожного покрытия. После затвердевания укатанной бетонной плиты, делается прорез плиты, и вставляется шовная доска, например кедровая, чтобы меньше подвергался деформированию. Кроме того, поперечный температурный шов расширения устанавливается даже в том случае, когда укатанное бетонное покрытие соединяется с опорой моста или с уже существующим бетонным покрытием.

Процедура установки поперечного температурного шва расширения заключается в следующем.

1) В случае установки строительного температурного шва

- ① Зафиксируйте указанный интервал деформационных швов и требуемую толщину плиты и положите ее на дорожное полотно во время уплотнения бетона.
- ② После отверждения разрежьте резак в поперечном направлении в месте, где обеспечена требуемая толщина бетонной плиты и требуемое пространство стыка, и удалите бетон в части, приближенной к дорожному полотну.

После установки шовной доски, как показано на Рисунке 5-6, необходимо уложить укатанное

бетонное покрытие и уплотнить его.

[Примечание] Шовные доски и временные вставки должны быть подобраны из материала наполнителя, и желательно должны быть закреплены гвоздями, клейкой лентой. Кроме того, необходимо, чтобы временные вставки легко удалялись после затвердевания укатанного бетонного покрытия.

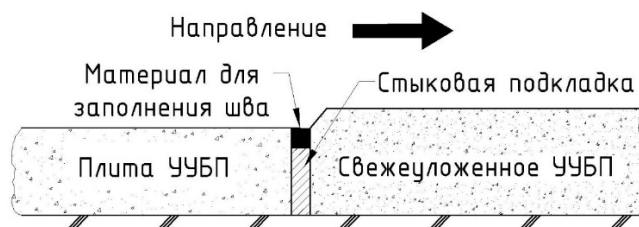


Рисунок 5-6 Пример строительных работ поперечного температурного шва

2) В случае после затвердения укатанного бетонного покрытия

- А. После затвердения укатанного бетонного покрытия отрезают всю толщину и ширину бетонной плиты под давлением в заданном направлении по ширине, соответствующей толщине шовной доски.
- В. После очистки срезанного паза вставьте шовную доску с помощью колотушки, как показано на Рисунке 5-7.

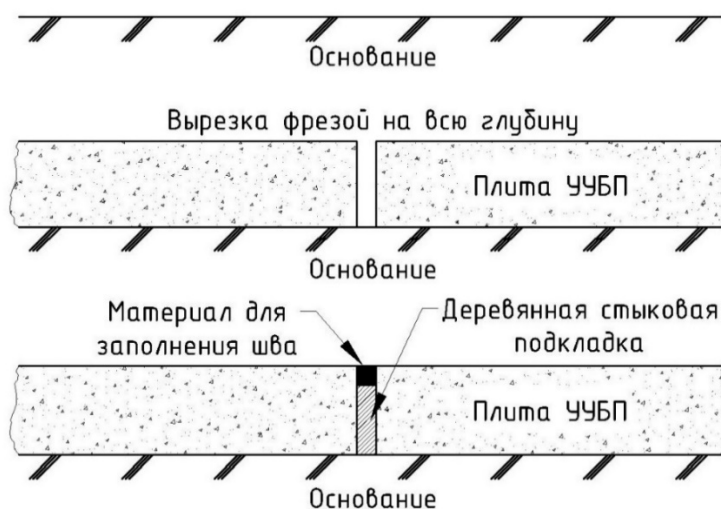


Рисунок 5-7 Пример порядка строительных работ поперечного шва

(3) Вертикальный шов

Существует два вида вертикальных швов, которые предусмотрены на участке- разделяющий полосу движения и на участке обочины. В зависимости от типа конструкции подразделяется на 2 вида температурного шва, шов-надрез и стыковой шов. При одновременной укладке двух полос или при укладке соседней полосы (свежий шов), приграничного участка до затвердевания бетона применяется шов-надрез, а при укладке одной полосы за раз применяется соединительный шов.

На участке разделения полосы движения существует два способа выполнения стыковых швов - с использованием опалубки и способ без неё.

При способе не использования опалубки, теряется время из-за работ по подгонке формы и потеря

бетонного раствора, но в этом способе легче обеспечить уровень уплотнения вертикального шва. При использовании опалубки потери бетона могут быть уменьшены, но уровень уплотнения участков краев опалубки тоже может уменьшиться, поэтому необходимо обратить на это внимание. В место разреза впрыскивается герметизирующий материал для шва.

1) Шов-надрез (Температурный шов неполного профиля)

① Случае укладки двух полос движения одновременно

Вертикальный шов, расположенный на участке разделения полосы движения, выполняется после затвердения бетонной плиты, и глубина среза шва составляет 40мм.

② При укладке соседних полос подряд

А. Когда ширина полосы широкая, швы между полосами движения строятся, как показано на Рисунке 5-8. Время до начала укладки смежной полосы составляет 90 минут, поэтому надо запланировать так, чтобы сократить время при высокой температуре.

В. Строительные швы и неуплотненные части предотвращают испарение влаги с помощью матов с распыленной водой до укладки смежной дорожной полосы. В то же время, при укладке смежной полосы выполняют огрубление с помощью скребка.

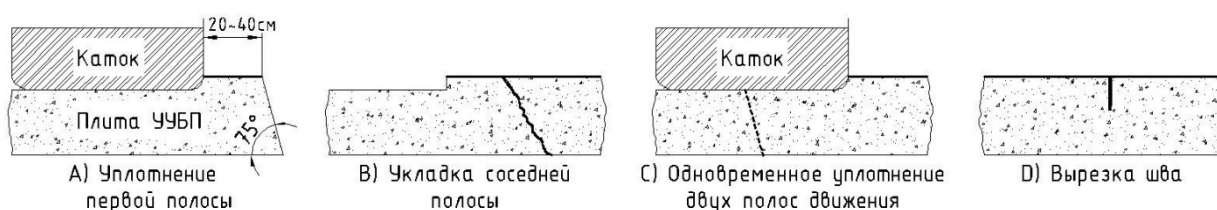


Рисунок 5-8 Пример работ в случае выполнения строительных швов

[Примечание] Этот строительный шов также называют свежевывполненным швом.

2) Стыковой шов

① В случае не использования опалубки

А. Как показано на Рисунке 5-9, край дорожного покрытия будет укладываться дополнительно шириной 10-15см и далее укладываться под углом от 45 до 60 градусов.

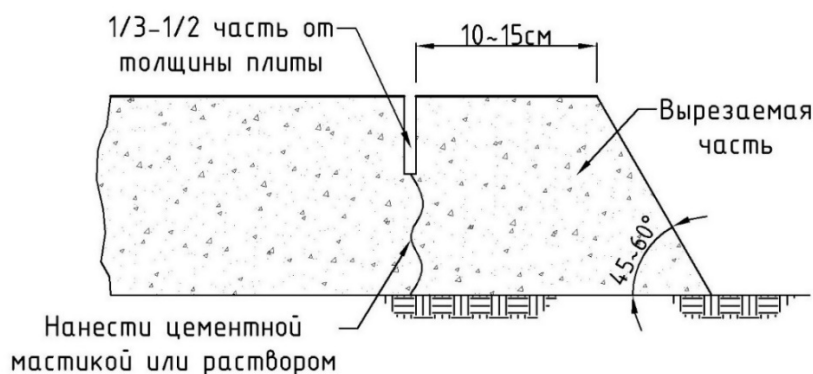


Рисунок 5-9 Пример работ в случае выполнения стыкового шва

В. После затвердения бетонного покрытия, сделать надрез фрезой в заданном направлении примерно 1/3 - 1/2 от толщины плиты, затем отколоть эту часть.

[Примечание] Если трудно обрезать только заданный участок, то можно разрезать всю толщину с помощью фрезы.

② При использовании опалубки или рассматривание придорожной конструкции в качестве опалубки.

А. Установить опалубку в заданном направлении, чтобы обеспечить толщину бетонной плиты после уплотнения катком.

В. Необходимо хорошо укатать бетонный раствор в опалубке с помощью вибрационного и пневматического катков, чтобы бетонный раствор хорошо уложился в каждом уголке опалубки.

С. При использовании придорожной конструкции в качестве опалубки, необходимо до укладки и уплотнения бетона, установить температурный шов.

(4) Заполнение шва

Для предупреждения попадания дождевой воды, необходимо ввести заполнители в продольные и поперечные швы.

5.4.7 Выдержка бетона (Увлажнение)

(1) Метод выдержки (увлажнения)

Для выдержки укатанного бетонного покрытия применяется стандартный метод с помощью опрыскивания струей воды. Уплотненная бетонная поверхность покрывается полотном сразу после завершения уплотнения, после чего разбрызгивается вода для предотвращения образования шероховатости.

[Примечание] в случае строительства в летнее время, необходимо иметь в виду что поверхность высыхает очень быстро.

(2) Время необходимое для выдержки и открытия дорожного движения

Влажное отверждение путем полива должно выполняться до тех пор, пока уплотненный бетон не затвердеет до такой степени, что поверхность не расслаивается и не разбрызгивается в результате движения транспортного средства. При использовании высокопрочного Портландцемента стандартом считается один день. Время открытия трафика наступает после того, как истек вышеупомянутый период влажного отверждения, но его можно ускорить в зависимости от объема трафика и времени строительства.

[Примечание 1] Эксплуатация на малой скорости компактных автомобилей и рабочих транспортных средств сразу после укладки укатанной бетонной поверхности не должно вызывать дефекты такие как шероховатость.

[Примечание 2] Прочность на изгиб по истечению срока увлажнения поверхности должен составлять около 70% от прочности при смешивании.

[Примечание 3] Существуют случаи, когда не было проблем с открытием дороги для проезда после 12 часов окончания уплотнения УУБП, поэтому можно ускорить время открытия дороги с учетом прошлых опытов и т.п.

[Примечание 4] На тех участках, где проезжают транспортные средства применяющие шины с

цепями либо с шипами, лучше отложить время открытия проезда до тех пор, пока дорожное покрытие не затвердеет так, чтобы не были спровоцированы повреждения

Глава 6 Управление и испытание

6.1 Общий обзор

Для укатанного уплотненного бетонного покрытия, изменение качества бетона и качество конструкции, такие как выравнивание и уплотнение, значительно влияют на требуемую завершенную форму и качество. Поэтому задачи, указанные в данном руководстве в ходе строительства, должны быть приняты во внимание. Необходимо постоянное наблюдение за всей конструкцией в целом, при необходимости должны проводиться испытания и измерения для проверки и контроля качества.

Подрядчик должен выполнить стандартные испытания, чтобы подтвердить качество строительных материалов и техники для начала строительных работ, или для получения контрольного значения, необходимого для управления в ходе строительства. В основном, управление осуществляется подрядчиком с целью экономичного изготовления дорог с завершенной формой и качеством, которые соответствуют спецификациям и проектным документациям. Инспекция выполняется заказчиком, чтобы подтвердить, выполнено ли покрытие, удовлетворяющее условиям, указанным в спецификации и в проектных документациях. Порядок управления и испытания показаны на Рисунке 6-1.



Рисунок 6-1 Процедура управления и испытания

6.2 Стандартное испытание

Поскольку структура дорожного покрытия определяется в соответствии с качеством материала дорожного полотна, бетонного полотна и т.д., рекомендуется, чтобы эти элементы имели заранее

определенное качество до начала строительства или до изменения материалов или дозирование смеси. Кроме того, с помощью испытания целесообразно определить контрольную величину, необходимую для управления и испытания, например консистенции бетонной смеси, максимальной плотности сухого материала дорожного полотна, оптимального соотношения содержания воды и т.д. Для этих целей производятся стандартные испытания. Кроме того, если для стандартных испытаний, запрашивается качество, оно может быть подтверждено в таблице результатов испытаний, прикрепленная изготовителем. Также, если под рукой будут результаты исследований, испытаний, то можно их эффективно использовать.

6.2.1 Укатанный уплотненный бетон

Стандартные испытания цемента, заполнителя, добавок, используемых для укатанного уплотнённого бетона, должны соответствовать руководству цементобетонного покрытия. Однако, поскольку стандартные испытания, как метод оценки консистенции для укатанного уплотненного бетона отличаются от обычного дорожного бетона, должны быть проведены испытания, приведенные в Таблице 6-1.

[Примечание 1] В качестве метода испытания консистенции использовать метод испытания на степень вибрационного уплотнения. Целевое значение консистенции составляет в числовом значении 50 секунд в вибрационном режиме, которая является контрольной величиной. Метод испытания на степень вибрационного уплотнения показан в Приложении 4.

Таблица 6-1 Стандартные испытания укатанного уплотненного бетона

Тип	Элементы испытания	Метод	Цель
Состав смеси и	Консистенция	Способ испытания вибрационного уплотнения	Контроль качества проектирования состава смеси
	Коэффициент содержания воды*	Метод сушки	Контроль качества
	Прочность на изгиб	ГОСТ 28570-90 ГОСТ 10180-90 (JIS A 1106)	Контроль качества проектирования состава смеси

*: Элементы, которые будут выполнены в случае необходимости

[Примечание 2] Соотношение содержания воды применяется, когда необходимо провести испытание консистенции, указанное в [Примечание 1] для контроля качества. Для метода измерения предпочтительно использовать метод прямого нагревания учитывая скорость испытания, который описан в Приложении 6. Если есть метод, по которому можно быстро измерить соотношение содержания воды, кроме вышеуказанного в Приложении 6, можно воспользоваться этим методом.

[Примечание 3] Метод подготовки образцов к испытанию на изгиб и прочность на сжатие приведен в Приложении 5. Размер образца для испытания на прочность при изгибе составляет 10 x 10 x 40см, образец для испытания на прочность при сжатии составляет 10 x 20см в стандартной комплектации.

6.2.2 Материалы дорожного полотна и другие материалы

Стандартные испытания материала дорожного полотна и других материалов должно проводиться в соответствии с Руководством цементобетонного покрытия.

6.2.3 Техника для строительства покрытия

Техника, которая будет использоваться во время строительства покрытия, определяется на основе прошлых результатов строительства.

6.3 Контроль завершенной формы и качества

При контроле завершенной формы и качества необходимо рационально установить предел контроля над контрольным значением. В целом, более важно сохранить следующие фундаментальные вопросы, потому что выгоднее экономить материалы, сокращать объем работ и управлять изменениями.

- (1) Необходимо создать достаточную систему для обеспечения однородности качества материалов, стандартизированных рабочих процедур и контроля готовых форм и качества.
- (2) На основании результатов обычного контроля качества или результатов измерений формы, при необходимости надо внести изменения в метод строительства. С этой целью контроль проводится настолько просто, насколько это возможно, и результаты должны быть видны быстро, чтобы можно было быстро найти отклонения от нормы.

Если существует метод, который позволяет более быстро измерять и испытывать способом, который коррелирует с данными методами и техникой, может отражать результаты на участке, то желательно использовать этот метод.

Есть также вещи, которые не могут быть выражены контролем в отношении эффективности строительства, и трудно обнаружить локальные отклонения в повседневном управлении. Поэтому, как часть управления, инженерам необходимо всегда внимательно наблюдать за подробными деталями конструкции на участке. Испытания на форму и контроль качества основаны на методах испытаний, указанных в Приложениях 4-7. Для других случаев используется «Руководство по методике испытаний дорожного покрытия».

6.3.1 Контроль завершенной формы

Контроль завершенной формы осуществляется с учетом стандартной высоты, ширины, толщины и плоскостности (ровности).

В общем, дефект формы не только требует много времени для реконструкции, это будет неэкономично, поэтому управление и контроль во время строительства чрезвычайно важны. По этой причине перед непосредственным началом строительства необходимо убедиться в том, что все соответствует стандартам контроля и рабочим стандартам, заблаговременно распространить эту информацию всем рабочим и быстро организовать данные, измеренные во время строительства, и постоянно отражать эти результаты в ходе строительства.

Элементы измерения и стандартные частоты приведены в Таблице 6-2.

Таблица 6-2 Параметры измерения и стандартная частота

Вид работ		Параметры	Стандартная частота
Укатанная бетонная плита		Толщина Ширина Плоскостность	Каждый 40м Каждый 40м По полосе по всей длине
Верхний слой дорожного полотна	Стабилизирующая платформа	Толщина Ширина	Каждый 40м Каждый 40м
	Асфальтовый средний слой	Толщина Ширина	Каждый 40м Каждый 40м
	Механически стабилизирующая платформа	Толщина Ширина	Каждый 40м Каждый 40м
Нижний слой дорожного полотна		Стандартная высота Толщина Ширина	Каждый 40м Каждый 40м Каждый 40м

(1) Стандартная высота

При укладке дорожного полотна в один слой, стандартной высотой считается высота конечной готовой поверхности, а при укладке в два слоя - конечная высота нижнего слоя. Измерение контрольной высоты выполняется путем измерения в поперечном направлении с использованием фиксированной линейки каждые 40м или путем измерения уровня.

(2) Ширина

Ширина дорожного покрытия контролируется с поверхности дорожного полотна, а также проверяется ширина дорожного полотна и бетонного покрытия. Поскольку на ширину УУБП оказывает влияние ширина укладки, в случае не использования опалубки, необходимо проверить ширину разравнивающего бруса асфальтоукладчика и линию укладки, чтобы ширина соответствовала плану. Ширина измеряется в поперечном направлении, которая перпендикулярна полосе движения.

(3) Толщина

Управление толщиной каждого слоя покрытия должно контролироваться тщательно, это в приоритете по сравнению с управлением исходной высоты. Что касается толщины дорожного полотна, то при управлении во время строительства измеряется поперечная высота специальной линией или нивелиром каждые 40м.

Толщину укатанной бетонной плиты трудно исправить даже во время строительства, поэтому следует особенно внимательно следить за ее толщиной. Что касается контроля толщины во время строительства, как и в случае дорожного полотна, измерьте высоту в поперечном направлении с помощью специальной линии или нивелира каждые 40м. Количество точек измерения должно составлять три или более в поперечном направлении на одну линию обследования.

(4) Плоскостность (ровность)

Для ровности (плоскостности) укатанной бетонной плиты рекомендуется применять прямую линейку длиной 3м по направлению строительных работ после укладки или после завершения

уплотнения. Окончательная плоскостность измеряется с помощью 3 метрового профилометра после отверждения укатанной бетонной поверхности.

6.3.2 Контроль (управление) качества

Контроль качества проводится для укладки дорожного полотна и прокатки бетонной плиты заданным материалом до заданного качества.

В частности, поскольку степень уплотнения укатанной бетонной плиты сильно влияет на прочность укатанной бетонной плиты, необходимо тщательно контролировать степень уплотнения дорожного полотна и укатанной бетонной плиты.

[Примечание] Контроль качества дорожного полотна должен проводиться в рамках контроля качества, необходимого для цементобетонного покрытия.

(1) Укатанный бетон

При контроле качества укатанного уплотненного бетона для подтверждения качества бетона проводятся испытания. В ходе испытания проверяется, являются ли консистенция и прочность стабильными и удовлетворяют ли контрольному значению, показанному в Таблице 6-3. По результатам испытаний желательно воспользоваться диаграммой управления для контроля качеством укатанного уплотненного бетона.

[Примечание 1] Соотношение поверхностной влажности мелкого заполнителя должно проверяться два раза в день (до обеда и после обеда), или, по крайней мере, в начале замешивания и когда прогнозируются колебания в уровне поверхностной влажности. Колебания расхода поверхностной влажности мелкозернистого заполнителя сильно влияют на консистенцию бетонной смеси для укатанного бетонного покрытия. По этой причине мелкозернистый материал, который будет применяться в качестве заполнителя, требуется заранее подготовить и отрегулировать уровень поверхностной влажности, чтобы он был постоянным перед использованием.

[Примечание 2] Если крупнозернистый заполнитель очень грязный или сухой, это повлияет на консистенцию уплотненного бетона. В этом случае отношение поверхностных вод к крупному заполнителю получается до начала смешивания, и содержание воды в поле корректируется.

[Примечание 3] Испытание на консистенцию должно проводиться на заводе не реже двух раз в день (до и после полудня), и, кроме того, в случае изменения консистенции оно будет проводиться в любое время.

Общим критерием контроля консистенции сразу после смешивания является значение VC, измененное методом испытания на вибрационную компрессию VC, равное плюс или минус 10 секунд.

Таблица 6-3 Управление (контроль) качества укатанного уплотненного бетона

Элементы	Метод испытания	Стандартная частота испытаний
Размер частиц заполнителя Единица объемной массы заполнителя	ГОСТ 12536-2014 (JIS A 1102) ГОСТ 9758-86 (JIS A 1104)	
Поверхностная влажность мелкого заполнителя	ГОСТ 23422-87 (JIS A 1111)	Более 2 раз/день (до обеда и после обеда)
Консистенция	Метод, описанный в Приложении 3	Более 2 раз/день (до обеда и после обеда). Но необходимо проводить зрительное наблюдение каждого

		самосвала для транспортировки бетона.
Температура укатанного уплотненного бетона	Термометр	Более 2 раз/день (до обеда и после обеда)
Прочность укатанного уплотненного бетона	ГОСТ 28570-90 ГОСТ 10180-90 (JIS A 1106)	1 раз/день, 3шт за 1 комплект

[Примечание 4] Если тест на консистенцию недоступен, соотношение содержания воды следует контролировать в качестве стандартного теста.

[Примечание 5] Для испытания на прочность уплотненного бетона, один раз в два раза в день (утром и днем), и один набор из трех частей является стандартным. Однако, как только строительство будет завершено утром, оно может выполняться один раз в день. Кроме того, прочность на изгиб определяется на основании возраста 28 дней для образцов, прошедших стандартное отверждение.

(2) Укатанная бетонная плита

При контроле качества укатанной бетонной плиты проводится испытание, показанное в Таблице 6-4, чтобы проверить, удовлетворяет ли степень уплотнения заданному контрольному значению. Испытание должно проводиться сразу после завершения укладки.

Таблица 6-4 Контроль качества укатанной бетонной плиты

Элементы	Метод испытания	Стандартная частота испытания
Степень уплотнения	Отбор керна для определения плотности	1 раз каждые 40 м (в поперечном направлении в 3-х местах)

6.4 Инспекция

Цель инспекции состоит в том, чтобы определить, удовлетворяет ли качество и параметры завершеного дорожного покрытия документациям по спецификациям и проекту.

Прохождение инспекции означает, что обеспечение качества переходит со стороны подрядчика на сторону заказчика. По этой причине во время инспекции и заказчик, и подрядчик честно проводят сборы проб, измерения и испытания. Для этого необходимо подготовка кадров и содействие организации, которым доверяют, то есть прилагаются все усилия для проведения тщательной качественной проверки.

6.4.1 Метод инспекции

Инспекция включает в себя подтверждение результатов контрольных испытаний до строительства, осмотр формы и проверку качества по завершению строительства дорожного покрытия. Рекомендуется проверять детали на каждом этапе в ходе проведения работ, так как они могут быть не заметны после завершения строительства, и необходимо оставлять записи об инспекции с наглядными фотографиями. Для определения приемлемости или не приемлемости объекта, они инспектируются по одной партии, размер одной партии каждого вида работ не должен превышать объем 10 000м².

[Примечание 1] Инспекция обычно выполняется заказчиком, что отличается от контроля формы и контроля качества, выполняемые подрядчиком. Можно использовать результаты контроля формы и контроля качества, выполненного подрядчиком во время испытания, в качестве материалов для инспекции. Особенно в отношении испытаний до разрушения, которые повреждают готовое

изделие, желательно в качестве альтернативы обращаться к результатам контроля формы и качества, проведенные во время строительства.

[Примечание 2] Рекомендуется свести к минимуму элементы контроля, а метод измерения, используемый для инспекции, должен быть таким же, как и метод, используемый при контроле формы и качества.

[Примечание 3] Метод контроля включает в себя метод выборочного контроля образца и метод с использованием контрольных данных.

6.4.2 Стандартное испытание

Как правило, подтверждение результатов контрольных испытаний производится по результатам испытаний, проведенных подрядчиком. Касательно испытаний материалов, бывают случаи, когда производитель указывает результаты своих контрольных испытаний. Контрольные испытания, которые требуют подтверждения, должны быть прописаны в спецификациях, а подтверждение должно основываться на заранее утвержденном значении технического документа или акте согласия со стороны заказчика.

6.4.3 Выборочный контроль образцов

(1) Определение приемлемой формы

Форма должна удовлетворять значению оценки приемлемости, указанный в Таблице 6-5. Значения высоты и ширины конструкции должны находиться в допустимых пределах. Толщина должна быть в пределах приемлемого значения при соотношении девяти или более отдельных измеренных образцов из десяти. Среднее значение ($\bar{x}_{10}$) десяти значений образцов измерений должно быть в пределах диапазона линейного приемочного решения X_{10} . Склонность выражается стандартным отклонением δ в вариации измерения и δ должна находиться в пределах значения для принятия решения.

Таблица 6-5 Значение для принятия решения о приемлемости завершенной формы (в случае испытания образцов)

Вид работ		Параметры	Значение приемлемости формы		
			Индивидуальные измерения	Среднее $\bar{X}_{10}$ из 10 измерений	Стандартное отклонение
Укатанная бетонная плита		Толщина см Ширина см Плоскостность мм	В пределах -1,5 В пределах -3,5 -	В пределах -0,45 - -	- - В пределах 3,0
Верхний слой дорожного полотна	Цементная стабилизирующая обработка	Толщина см Ширина см	В пределах -2,5 В пределах -5	В пределах -0,8 -	- -
	Асфальтовый средний слой	Толщина см Ширина см	В пределах -0,9 В пределах -2,5	В пределах -0,3 -	- -
	Зернистое дорожное полотно	Толщина см Ширина см	В пределах -2,5 В пределах -5	В пределах -0,8 -	- -
Нижний слой дорожного полотна		Станд. высота см Толщина см Ширина см	В пределах ± 4 В пределах -4,5 В пределах -5	- В пределах -1,5 -	-

[Примечание 1] Для контрольной высоты, когда дорожное полотно состоит из одного слоя, выполнить отдельные измерения в пределах $\pm 3,0$ см.

[Примечание 2] Установление приемлемого значения плоскостности, например, белого основания,

определяется отдельно.

(2) Критерии приемки качества

Качество должно соответствовать значению приемочной оценки, указанная в Таблице 6-6.

Среднее значение (x_{10}) из десяти измерений должно быть в пределах среднего значения 10 значений X_{10} , которые были приняты по соответствию качества. Если оценивать по трем измерениям, то берется среднее значение (x_3), результат измерений должен быть в пределах среднего значения X_3 . Если выходит за пределы X_3 , то необходимо добавить еще 3 штуки контрольного образца, чтобы получить среднее значение из 6 штук (x_6). Это среднее значение должно быть в пределах среднего значения X_6 . При этом выборка образцов для измерения принципиально должна быть проведена произвольно.

[Примечание 1] В случае получения согласия заказчика на строительство мелкого объекта, то испытание размера частиц можно не проводить.

[Примечание 2] Степень уплотнения бетонной плиты выражена как отношение поверхностной сухой плотности разрезаемого керна к эталонной плотности (плотность при скорости уплотнения составляет 96% по стандарту), измеренные по Приложению 7.

Таблица 6-6 Критерии приемки качества (в случае выборочной проверки)

Виды работ		Параметры		Приемочное значение		
				X_{10}	X_6	X_3
Укатанная бетонная плита		Степень уплотнения (%)		Более 97,5	Более 97,5	Более 98
Верхнее дорожное полотно	Цементное стабилизирующее полотно	Степень уплотнения (%)		Более 95	Более 95,5	Более 96,5
		Размер частиц	2,36мм (%)	В пределах ± 10	В пределах $\pm 9,5$	В пределах $\pm 8,5$
			75мм	В пределах ± 4	В пределах ± 4	В пределах $\pm 3,5$
		Объем цемента (%)		Более -0,8	Более -0,8	Более -0,7
	Асфальтовый средний слой	Степень уплотнения (%)		Более 96,0	Более 96,0	Более 96,5
		Размер частиц	2,36мм (%)	В пределах ± 8	В пределах $\pm 7,5$	В пределах $\pm 7,0$
			75мм	В пределах $\pm 3,5$	В пределах $\pm 3,5$	В пределах $\pm 3,0$
		Объем асфальта		В пределах $\pm 0,55$	В пределах $\pm 0,50$	В пределах $\pm 0,50$
	Зернистое дорожное полотно	Степень уплотнения (%)		Более 95	Более 95,5	Более 95,5
		Размер частиц	2,36мм (%)	В пределах ± 10	В пределах $\pm 9,5$	В пределах $\pm 8,5$
			75мм	В пределах ± 4	В пределах ± 4	В пределах $\pm 3,5$
Нижнее дорожное полотно		Степень уплотнения (%)		Более 95	Более 96	Более 97

Приемлемость качества бетона оценивается по прочности на изгиб, но в обычных случаях это проверяется контрольными данными с использованием стандартных образцов процесса увлажнения, а проверка с помощью вырезки керна не проводится.

6.4.4 В случае данных управления

При использовании данных управления в качестве материалов для инспекции, заказчик должен в любой момент заранее проверить контрольное испытание и подтвердить достоверность данных.

(1) Критерии приемки завершенной формы

Высота и ширина формы должны быть в пределах допустимых значений всех данных управления, показанных в Таблице 6-7.

Толщина измеряется следующим методом.

- ① Используя таблицу случайных чисел, извлеките предписанные контрольные образцы (n штук) из данных управления.
- ② Найдите источник среднего значения $\bar{x}$ и несмещенную дисперсию V контрольного образца.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad V = \frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n-1}$$

Если удовлетворяет условиям ②, то считается приемлемой для приемки.

**Таблица 6-7 критерии значение приемлемое для приемки формы
(в случае данных управления)**

Вид работ		Параметры	Принятие оценочного значения каждого измеренного значения
Укатанная бетонная плита		Толщина см Ширина см Плоскостность мм	В пределах -1,5 В пределах -3,5 В пределах -3,0
Верхний слой дорожного полотна	Цементная стабилизирующая обработка	Толщина см Ширина см	В пределах -2,5 В пределах -5
	Асфальтовый средний слой	Толщина см Ширина см	В пределах -0,9 В пределах -2,5
	Зернистое дорожное полотно	Толщина см Ширина см	В пределах -2,5 В пределах -5
Нижний слой дорожного полотна		Стан-я высота см Толщина см Ширина см	В пределах ± 4 В пределах -4,5 В пределах -5

$\bar{x} - k\sqrt{V} >$ Оценка проходного значения каждого измеренного значения (Таблица 6-7)

Здесь k -это коэффициент приемки.

[Примечание 1] Контрольные данные - это данные контрольной формы, проводимой подрядчиком.

[Примечание 2] Если данные управления не удовлетворяют предписанному количеству образца, то ее среднее значение и несмещенная дисперсия V получаются с использованием всех данных управления, и оценка приемлемости/ неприемлемости производится таким же образом. В этом случае число n целевых показателей управления и коэффициент приемки k показаны в Таблице 6-9.

(2) Критерии приемки качества

1) Качество укатанной бетонной плиты и качество дорожного полотна

В Таблице 6-8 приведен числовой показатель принятия качества укатанной бетонной плиты и дорожного полотна по данным управления. Метод контроля должен быть таким же, как и метод приемочной оценки завершенной формы по данным управления.

Таблица 6-8 Критерии приемки качества (в случае данных управления)

Вид работ		Параметры		Принятие оценочного значения каждого измеренного значения
Укатанная бетонная плита		Степень плотности (%)		Более 95,5%
Верхний слой дорожного полотна	Цементная стабилизирующая обработка	Степень плотности (%)		Более 93%
		Размер частиц	2,36мм (%)	В пределах± 15
			75мм (%)	В пределах± 6
		Объем цемента (%)		В пределах -1,2
	Асфальтный средний слой	Степень плотности (%)		Более 94 %
		Размер частиц	2,36мм (%)	В пределах± 12
			75мм (%)	В пределах± 5
		Объем асфальта (%)		В пределах± 0,9
	Зернистое дорожное полотно	Степень плотности		Более 93%
		Размер частиц	2,36мм (%)	В пределах± 15
75мм (%)			В пределах± 6	
Нижний слой дорожного полотна		Степень плотности (%)		Более 93%

Мы извлекаем n контрольных образцов, используя таблицу случайных чисел, находим их среднее значение $\bar{x}$ и несмещенную дисперсию V , и засчитываем как принятое качество, если удовлетворяет условиям следующей формулы.

$$\bar{x} - k\sqrt{V} > \text{Принятие оценочного значения каждого измеренного значения (Таблица 6-8)}$$

В случае двухстороннего стандарта

$$\bar{x} - k\sqrt{V} > \text{Принятие оценочного значения каждого измеренного значения}$$

$$\bar{x} + k\sqrt{V} < \text{Принятие оценочного значения каждого измеренного значения}$$

[Примечание 1] В случае получения согласия заказчика на строительные работы мелкого объема и т.д. Такие проверки, как размер частиц, количество асфальта и количество цемента (извести), могут не рассматриваться.

[Примечание 2] Количество цемента (известь) можно определить по объему использования.

[Примечание 3] Степень уплотнения укатанной бетонной плиты в Таблице была выражена как отношение плотности влаги, измеренной как в Приложении 6, к эталонной плотности (стандартная плотность при степени уплотнения 96%).

[Примечание 4] Если данные управления не удовлетворяют предписанному количеству образцов, то среднее значение $\bar{x}$ и несмещенная дисперсия V получаются с использованием всех данных управления, и оценка приемлемости/неприемлемости производится точно этими методами. Число n управленческих данных и коэффициент приемки k в этом случае показаны в Таблице 6-9.

Таблица 6-9 Число n контрольных данных и коэффициент принятия решения k

Количество данных управления n	Укатанная бетонная плита			Дорожное полотно		
	Коэффициент приемки k	Процент брака желаемой партии P_0	Процент брака не желаемой партии P_1	Коэффициент приемки k	Процент брака желаемой партии P_0	Процент брака не желаемой партии P_1
5	1,59	0,3	25,0	1,37	0,7	30,0
6	1,46	0,7	25,0	1,25	1,5	30,0
7	1,37	1,2	25,0	1,17	2,3	30,0
8	1,31	1,7	25,0	1,12	3,0	30,0
9	1,28	2,0	25,0	1,06	4,0	30,0
10	1,22	2,8	25,0	1,03	4,6	30,0

Количество данных управления <i>n</i>	Укатанная бетонная плита			Дорожное полотно		
	Коэффициент приемки <i>k</i>	Процент брака желаемой партии <i>P₀</i>	Процент брака не желаемой партии <i>P₁</i>	Коэффициент приемки <i>k</i>	Процент брака желаемой партии <i>P₀</i>	Процент брака не желаемой партии <i>P₁</i>
11	1,19	3,2	25,0	1,01	5,1	30,0
12	1,16	3,7	25,0	0,98	5,8	30,0
13	1,14	4,1	25,0	0,97	6,3	30,0
14	1,12	4,6	25,0	0,94	7,0	30,0
15	1,10	5,0	25,0	-	-	-

2) Качество укатанного уплотненного бетона

Качество укатанного уплотненного бетона определяется прочностью на изгиб образца, подвергнутого стандартному увлажнению. Чтобы определить, является ли прочность на изгиб бетона под давлением прокатки приемлемой или нет, в случае количества испытаний более чем 7 раз (среднее значение трех или более образцов за один раз), среднее значение всех значений испытаний должен превышать допустимую оценочную прочность продукта. В этом случае будет означать, что бетон под давлением прокатки удовлетворяет требуемому качеству.

В этом случае приемлемая прочность рассчитывается следующим образом.

$$\bar{X} = \delta_{br} + k\sqrt{V}$$

Здесь, $\bar{X}$: Приемлемая прочность (МПа)

δ_{br} : Стандартная прочность смеси (критерии расчета прочности на изгиб 4,4 МПа для 5,1 МПа)
(критерии расчета прочности на изгиб 4,4 МПа для 5,1 МПа)

k: коэффициент приемки (Рисунок 6-2)

$\sqrt{V}$: квадратный корень несмещенной дисперсии

Тем не менее, когда долгосрочный период строительства, стандартное отклонение известно из полученных результатов испытаний, и при использовании определенного стандартного отклонения в соответствии с существующими данными при определении прочности смеси используйте соответствующие стандартные отклонения.

[Примечание] Если количество испытаний меньше 7 раз, приемлемость или неприемлемость оценивается со ссылкой на ГОСТ 7473-2010 JIS A 5308 (готовый смешанный бетон).

В этом случае условия принятия решения относительно прочности являются следующими.

- А. Результат одного испытания показывает, что стандартная прочность смеси составляет выше 85%.
- В. Среднее значение результата 3-х испытаний показывает, что выше стандартной прочности смеси.

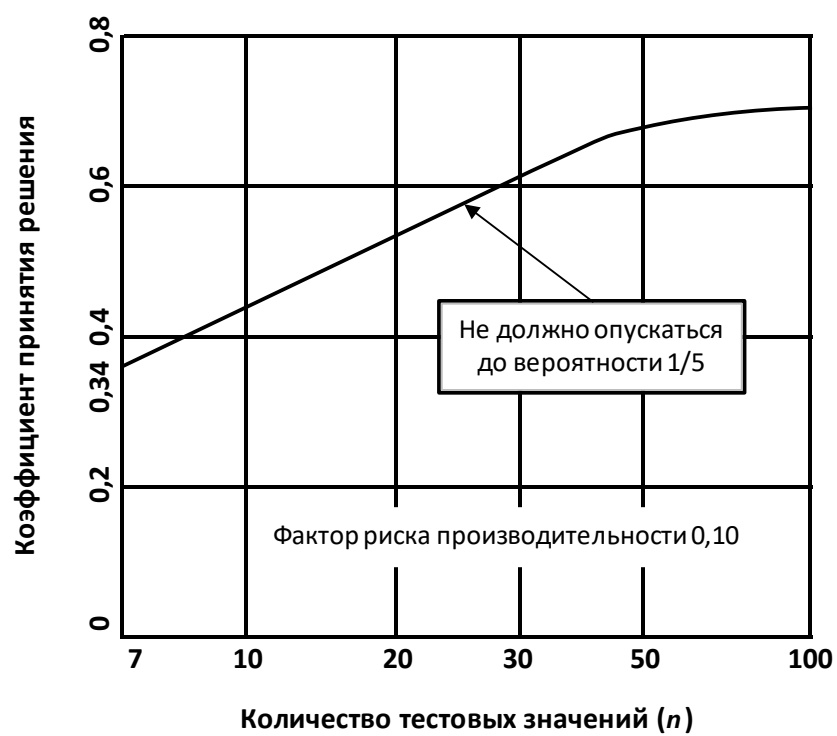


Рисунок 6-2 Коэффициент принятия решения по бетону

Список приложений

- Приложение 1 Список использованных в данном Руководстве стандартов Японии и Кыргызстана
- Приложение 2 Концепция рецептуры и способа уплотнения цементной смеси
- Приложение 3 Пример состава смеси (для укатанного бетонного покрытия)
- Приложение 4 Метод испытания на вибропрочность (VC)
- Приложение 5 Способ приготовления образца для испытания на прочность при изгибе
- Приложение 6 Методы измерения коэффициента влажности (метод открытого пламени)
- Приложение 7 Метод измерения поверхностной сухой плотности срезанного керна
- Приложение 8 Примеры дефектов УУБП, их причины и меры предотвращения
- Приложение 9 Отчет о тестовом подборе состава смеси УУБП в лаборатории
- Приложение 10 Ключевые моменты управления строительством и контроля качества при укладке УУБП (бетонное покрытие)

**Приложение 1 Список использованных в данном Руководстве стандартов
Японии и Кыргызстана**

№	Японские стандарты	Кыргызские стандарты	Наименование стандартов
1	JIS A 1106	1) ГОСТ 28570-90 2) ГОСТ 10180-90	1) Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобранным из конструкций. 2) Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам
2	JIS R 5210	ГОСТ 10178-85	Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия
3	JIS R 5211	ГОСТ 31108-2003	Цементы общестроительные. Технические условия
4	JIS R 5212	ГОСТ 10178-62	Портландцемент, шлакопортландцемент, пуццолановый портландцемент и их разновидности
5	JIS A 5308	ГОСТ 7473-2010	Смеси бетонные. Технические условия
6	JIS A 5004	ГОСТ 8736-93	Песок для строительных работ. Технические условия
7	JIS A 5012	ГОСТ 5578-94	Щебень и песок из шлаков черной и цветной металлургии для бетонов. Технические условия
8	JIS A 5005	ГОСТ 8267-93	Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия
9	JIS A 5001	ГОСТ 32703-2014	Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и гравий из горных пород. Технические требования
10	JIS A 1121	1) ГОСТ 33024-2014 2) ГОСТ 8269.0-97	1) Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и гравий из горных пород. Определение сопротивления истираемости по показателю микро-Деваль. 2) Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний.
11	JIS A 6204	ГОСТ 24211-2008	Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия
12	JIS A 1108	ГОСТ 10180-2012	Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам
13	JIS A 1104	ГОСТ 9758-86	Заполнители пористые неорганические для строительных работ. Методы испытаний
14	JIS A 1111	ГОСТ 23422-87	Материалы строительные. Нейтронный метод измерения влажности
15	JIS A 1214	ГОСТ 28514-90	Строительная геотехника. Определение плотности грунтов методом замещения объема

16	JIS A 1210	ГОСТ 22733-77	Метод лабораторного определения максимальной плотности
17	JIS R 5213	ГОСТ 2544-44	Цементы: известково-шлаковый, известково-песчаный, известково-глинистый, известково-золистый
18	JIS A 1102	ГОСТ 12536-2014	Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава

Приложение 2 Концепция рецептуры и способа уплотнения цементной смеси

На Рисунке 2-1 приведена концепция смешивания и применения уплотненного бетона, обычного асфальтобетона и цементной стабилизирующей смеси, классифицированная по количеству цемента на единицу и по количеству воды, а также метод уплотнения.

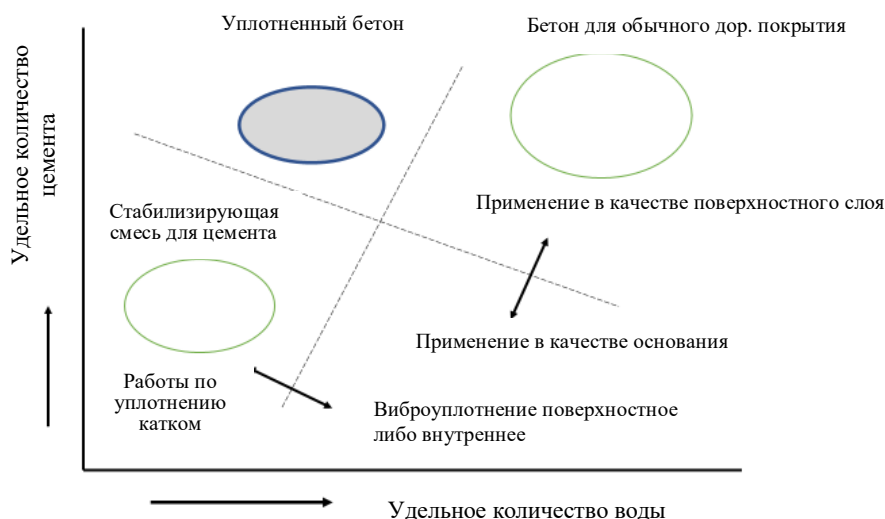


Рисунок 2-1 Концепция рецептур и способа уплотнения цементной смеси

Из вышеизложенного следует, что консистенция уплотненного бетона по сравнению с обычным бетонным покрытием включает намного меньше удельного количества воды, и если уплотнение обычного бетонного покрытия происходит из-за внутреннего и поверхностного вибрационного уплотнения, то при уплотненном бетоне оно проводится катком.

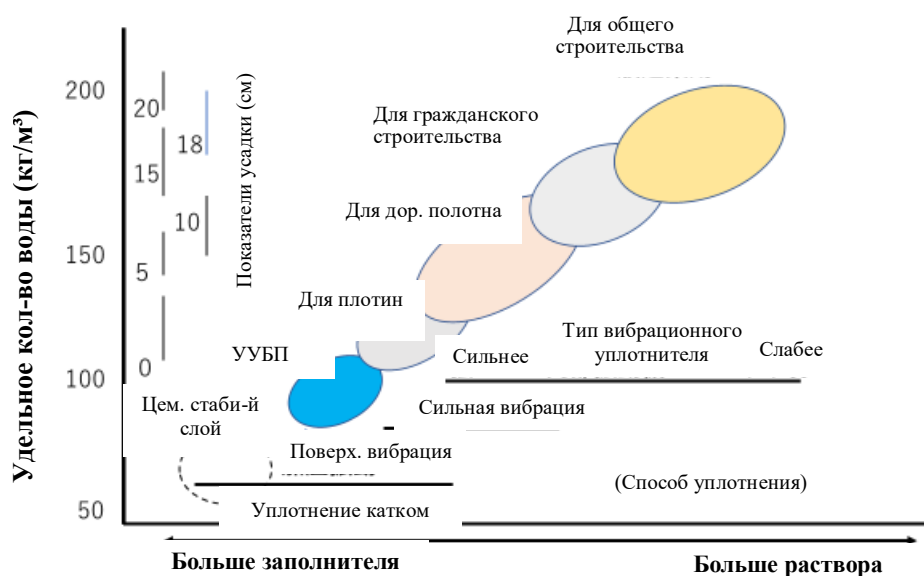


Рисунок 2-2 Концепция различных видов бетонных смесей и способов уплотнения

На Рисунке 2-2 показана концепция смешивания различных типов бетона (больше-меньше объема крупного заполнителя, раствора, удельного количества воды) и метод уплотнения. В соответствии с

этим, можно увидеть, что бетон для УУБП имеет небольшое количество раствора и большое количество крупного заполнителя по сравнению с обычным бетоном для мощения, небольшое количество воды и нулевую усадку, которая является оценочным показателем консистенции. Кроме того, в то время как уплотнение бетона для обычного бетонного дорожного покрытия представляет собой сильную вибрацию за счет сильной внутренней вибрации бетоноукладчика, то при УУБП происходит вибрация под давлением за счет асфальтоукладчика, имеющего высокую способность распределения + уплотнение катком. На Рисунке 2-3 приведен пример стандартной компоновки дорожной техники для УУБП.

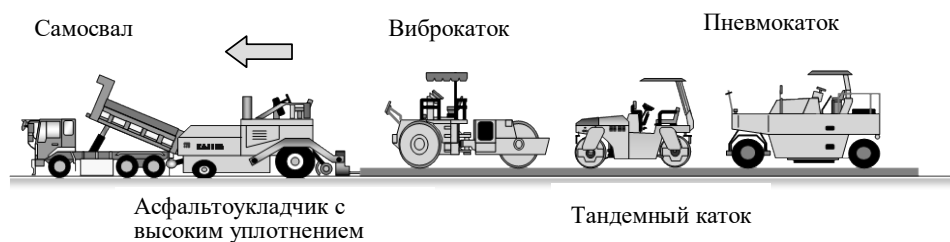


Рисунок 2-3 Пример стандартной компоновки дорожной техники для УУБП

На фотографиях 2-1 показаны примеры стандартной дорожной техники.



Укладка Асфальтоукладчиком



Первичное уплотнение малым виброкатком

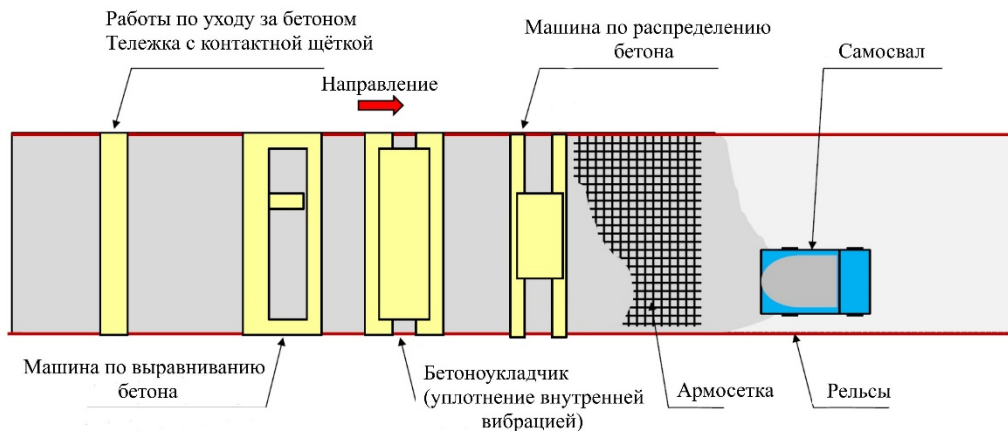


Вторичное уплотнение большим виброкатком



Фото 2-1 Примеры стандартной дорожной техники для УУБП

[Для справки] Пример строительства бетонного покрытия. Строительство по заданной форме методом мощения с использованием опалубки. Пример оборудования для заданного метода формы.



Общий вид строительных работ по установленной форме



Бетонораспределитель (тип распределения лопастями)



Выравниватель бетона



Бетоноукладчик (уплотнение внутренней вибрацией)

Рисунок 2-4 Пример компоновки дорожной техники для обычного бетонного покрытия.

Выгруженный бетон распределяется с помощью бетонораспределителя, затем уплотняется и укладывается бетоноукладчиком с внутренней вибрацией либо сильной поверхностной вибрацией. Затем равняется выравнивателем.

Приложение 3 Пример состава смеси (для УУБП)

1. Стандарт качества и используемые материалы

Стандарт качества укатанного уплотненного бетона показан в Таблице 3-1.

Таблица 3-1 Стандарт качества укатанного уплотненного бетона

Максимальный размер крупного заполнителя (мм)	Расчетная стандартная прочность на изгиб на 28 дней	Прочность на изгиб (целевая прочность) на 28 дней Примечание 1	Консистенция Примечание 2 Тест на виброуплотнение (VC тест)
20	4,4 МПа	5,7 МПа	Корректирующее значение виброуплотнения (VC) 50 секунд

[Примечание 1] Степень прочности - это значение, которое учитывает увеличенную прочность, равную 0,8 МПа, и скорость увеличения, равную 1,09.

[Примечание 2] Исправленное значение вибрационного уплотнения (исправленное значение VC) является целевым значением во время укладки. Во время испытания бетонной смеси скорректированное значение VC определяется отдельно при отправке с завода, принимая во внимание потерю консистенции (время транспортировки) от завода до места укладки.

Общие материалы, общие свойства заполнителей и размеры частиц заполнителей перечислены в таблицах 3-2, 3-3 и 3-4.

Таблица 3-2 Материалы

Материалы	Вид
Цемент	Стандартный портландцемент
Мелкие заполнители	Крупный (земляной) песок
Мелкие заполнители	Дробленый песок
Крупные заполнители	Щебень (максимальный размер 20мм)
Добавки	Добавка, уменьшающая водопотребность и воздухововлекающий реагент

Таблица 3-3 Общие свойства используемого заполнителя

Пункты	Крупный заполнитель	Мелкий заполнитель	
	Щебень	Земляной песок	Дробленый песок
Плотность в сухом состоянии (г/см³)	2,64	2,59	2,60
Скорость поглощения воды (%)	0,84	1,67	1,23
Масса удельного объема (т/м³)	1,59	-	-
Фактический момент (%)	60,8	-	-

Таблица 3-4 Размер частиц используемых заполнителей

Пункты			Крупный заполнитель	Мелкий заполнитель
			Щебень 2005	Смешанный песок (Крупный песок 6: Мелкий песок 4)
Размер частиц	Проходной массовый процент (%)	30 мм	100	
		25	100	
		20	94	
		10	35	100
		5	6	93
		2,5	2	88
		1,2		67
		0,6		43
		0,3		17
		0,15		6
Фракция частиц большего размера (FM)			6.63	2.86

2. Методы проектирования состава смеси

Процедура проектирования состава смеси показана на Рисунке 3-1, контрольные образцы и методы показаны в Таблице 3-5, оборудование для испытаний показано в Таблице 3-6.

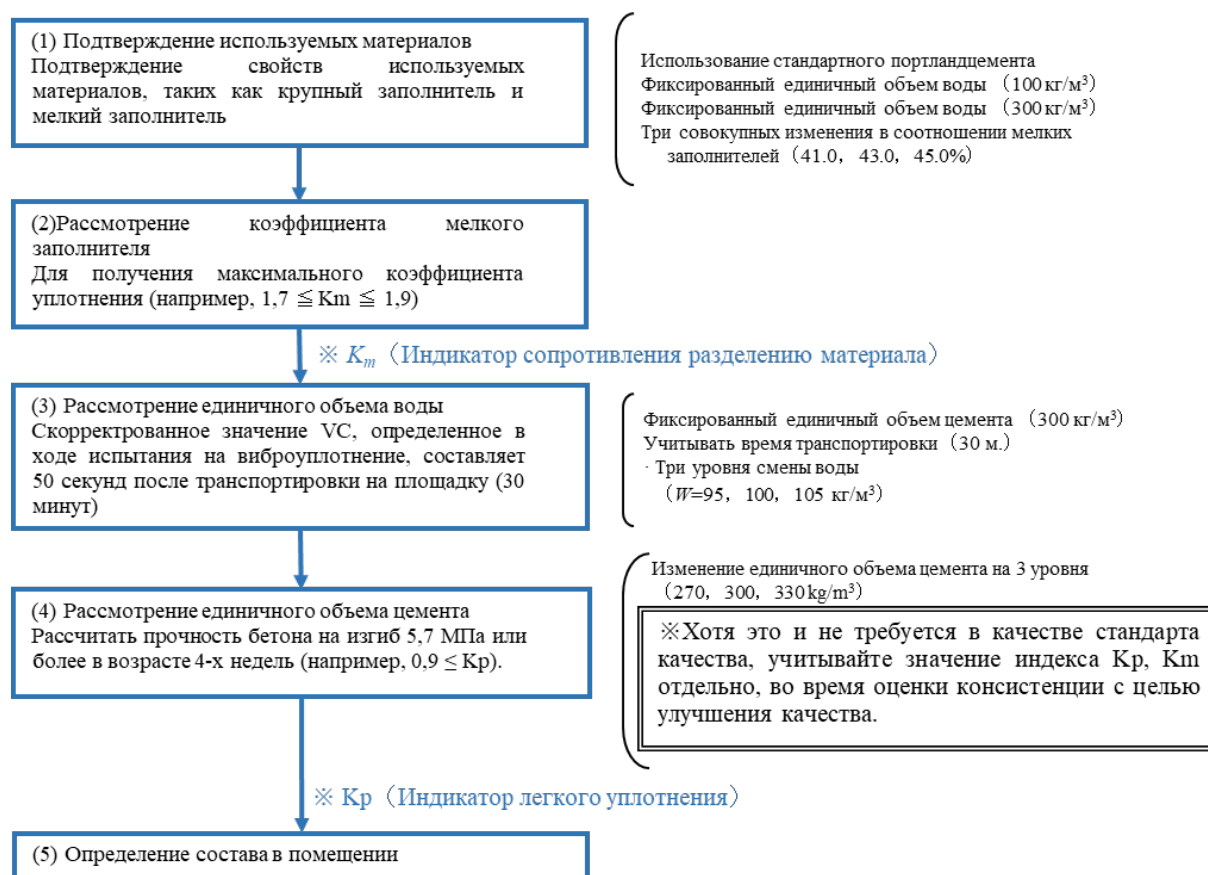


Рисунок 3-1 Процесс проектирования состава смеси

Таблица 3-5 Пункты и методы испытаний

Виды	Пункты испытаний	Метод испытаний	Примечание
Рассмотрение коэффициента мелкого заполнителя	Измерение температуры смеси	Термометр	1 раз / замешивание
	VC тест на виброуплотнение		1 раз / замешивание
Рассмотрение единичного объема воды	Измерение температуры смеси	Термометр	1 раз / замешивание
	VC тест на виброуплотнение		2 раза/замешивание (Исправлено значения VC с учетом времени транспортировки)
Рассмотрение единичного объема цемента	Измерение температуры смеси	Термометр	1 раз / замешивание
	VC тест на виброуплотнение		1 раз / замешивание
	Испытание прочности на изгиб бетона	ГОСТ 28570-90 ГОСТ 10180-90 JIS A 1106	3 шт / возраст 2 раза / замешивание

[Примечание] Метод вибрационных испытаний VC основан на Руководстве по проверке / испытанию В 072-2. Метод подготовки образцов для испытания прочности на изгиб уплотненного бетона осуществляется в соответствии с «Руководством по инспекции и испытаниям дорожного покрытия В 072-1».

**Таблица 3-6 Примеры испытательного оборудования,
используемого для испытания бетонной смеси**

Пункты	Спецификация (пример)
Комнатный миксер	Двухосный тип мешалки асфальтобетоносмесителя, номинальная вместимость: 60 литров
VC испытательная машина	Частота 3000 оборотов/минута, амплитуда 1мм, вес 20кг.
Электрическая трамбующая машина	Скорость вращения 3000 оборотов/минута, движущая сила 140кг
Термометр (стержневидный, цифровой)	100°C~0°C
Форма для испытания прочности на изгиб	10м×10см×40см

3. Контрольное замешивание смеси в помещении

1) Способ замешивания

Способ замешивания показан на Рисунке 3-2.

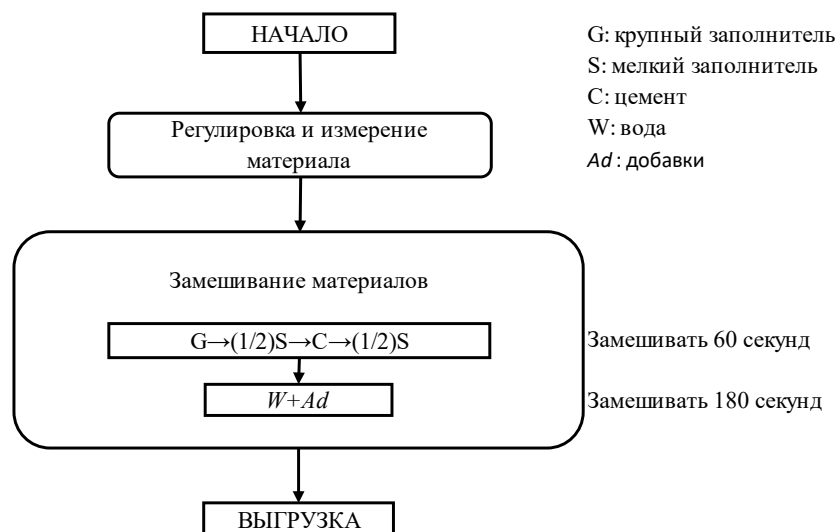


Рисунок 3-2 Способ замешивания в помещении

2) Результат контрольного замешивания

1) Рассмотрение коэффициента мелкого заполнителя

Результаты испытаний при оценке коэффициента мелкого заполнителя показаны в Таблице 3-7, на Рисунке 3-3 и на Рисунке 3-4. В этом исследовании уровень мелкого заполнителя изменяется до трех уровней: 41,0, 43,0, 45,0% от состояния бетона после замешивания и прошлых результатов, а также коэффициента уплотнения, полученного в ходе теста на виброуплотнение VC и во время замешивания смеси. На основе этой информации был определен коэффициент мелкого заполнителя. Однако во время утверждения коэффициента мелкого заполнителя устанавливаем соотношение воды и цемента в смеси на уровне 33,3%, удельное количество воды составляет 100 кг/м³, а удельное количество цемента составляет 300 кг/м³.

Таблица 3-7 Результаты теста на виброуплотнение VC

Коэффициент мелкого заполнителя (%)	Влажная плотность (г/см ³)	Теоритическая плотность (г/см ³)	Скорость уплотнения (%)	Корректирующее значение VC (секунда)	Коэффициент избытка теста K_p	Коэффициент избытка раствора K_m	Температура бетона (°C)
41,0	2,437	2,515	96,9	34	1,13	1,70	15,1
43,0	2,436	2,515	96,6	38	1,08	1,81	16,1
45,0	2,412	2,515	95,9	43	1,03	1,93	16,4

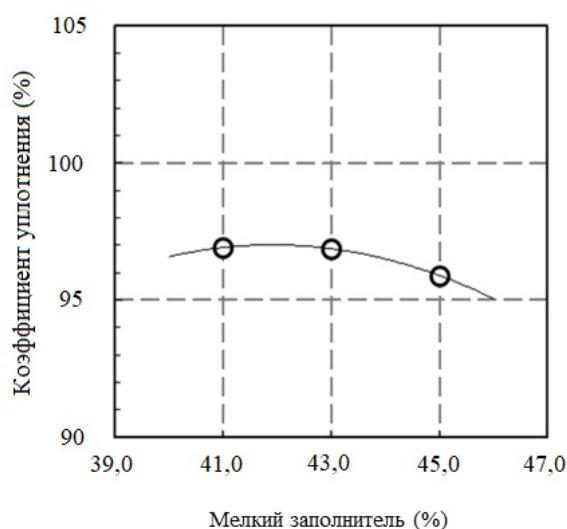


Рисунок 3-3 Результаты теста на виброуплотнение VC

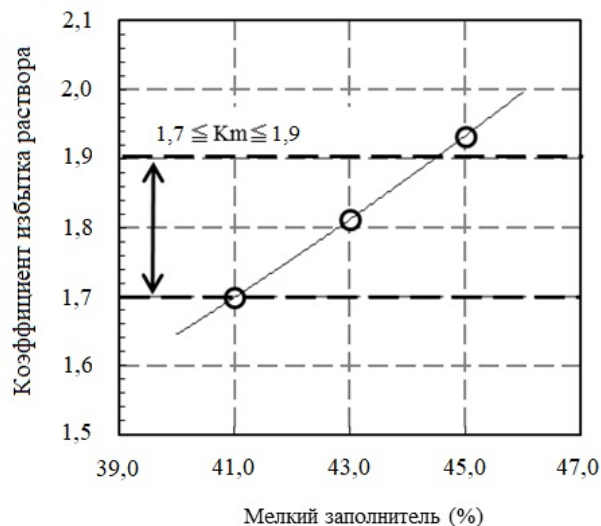


Рисунок 3-4 Связь между коэффициентом мелкого заполнителя и K_m

Как видно из Рисунок 3-3, коэффициент уплотнения составляет более 95% при любом коэффициенте мелкого заполнителя, а легкость выполнения уплотнения при коэффициенте мелкого заполнителя, изменяемая на 3 уровня, практически одинакова. На Рисунок 3-4 показана взаимосвязь между коэффициентом избытка раствора (K_m), представляющим количество раствора, заполняющее зазоры между заполнителями, и коэффициентом мелкого заполнителя. Исходя из прошлых результатов, желательно установить K_m в диапазоне $1,7 \leq K_m \leq 1,9$, чтобы обеспечить уплотняемость и сопротивление разделению материала бетонной смеси. Коэффициент мелкого заполнителя, который подвергался испытанию, установить на уровне 43,0%, где коэффициент избытка раствора (K_m) близок к медиане.

Совокупный размер частиц композита показан на Рисунок 3-5.

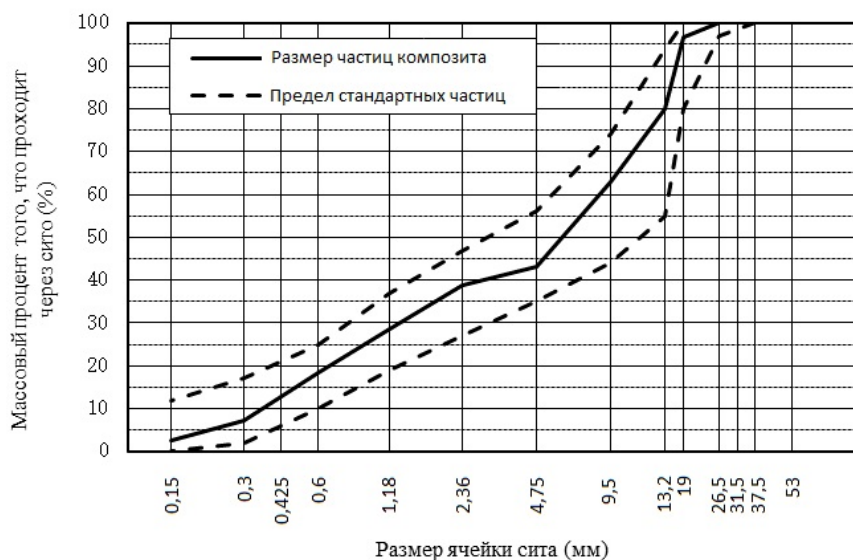


Рисунок 3-5 Размеры частиц композита

2) Рассмотрение единичного объема воды

Результаты испытаний для рассмотрения единичного объема воды показаны в Таблице 3-8 и на Рисунке 3-6. При изучении объема воды оценку выполняли с использованием корректирующего значения VC, которое является характерным показателем консистенции. Корректирующее значение VC считается мягким, если свежий бетон имеет, как правило, небольшое значение (около 10 секунд), и более твердым, если свежий бетон имеет большое значение (около 1 минуты или более).

В этом исследовании, учитывая время транспортировки от бетонного завода до строительной площадки, которое занимает около 30 минут, целевое корректирующее значение VC устанавливается равным 50 ± 10 секунд для образца через 30 минут после завершения замешивания, а единичный объем воды удовлетворяет целевое значение. Кроме того, чтобы подтвердить, зависящее от времени изменение материала, корректирующее значение VC также было подтверждено в образце через 60 минут. Кроме того, при предварительном замесе для определения единичного количества воды было установлено единичное количество цемента равное 300 кг/м^3 , а коэффициент мелкого заполнителя в 43%.

Таблица 3-8 Результаты теста на виброуплотнение VC

Единичный объем воды (кг/м^3)	Корректирующее значение VC (секунд)			Температура бетона ($^{\circ}\text{C}$)
	Сразу после замешивания	После 30 минут	После 60 минут	
95	41	90	-	18,6
100	40	86	117	18,5
105	24	33	67	18,4

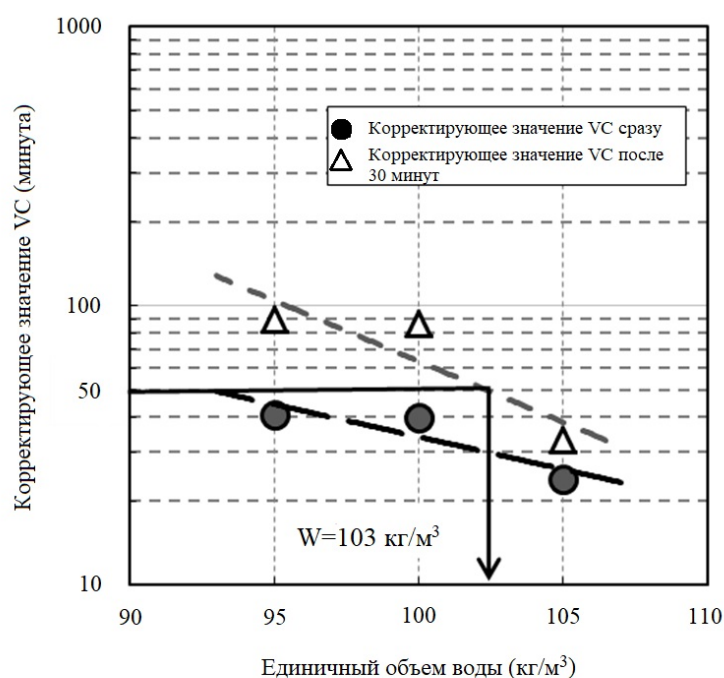


Рисунок 3-6 Взаимосвязь между единичным объемом воды и корректирующим значением VC

Исходя из результатов испытаний, приведенных на Рисунке 3-6, единичный объем воды устанавливается равным 103 кг/м^3 . Это единичный объем воды, когда корректирующее значение VC

через 30 минут после замеса составляет около 50 секунд, а целевое значение консистенции на момент отгрузки составляет 30 ± 10 секунд. Также было подтверждено, что корректирующее значение VC через 60 минут уменьшается. Поскольку сложно изменить тип добавки из-за условий бетонного завода, необходимо дополнительно подтвердить изменение консистенции раствора с течением времени путем фактического смешивания в машине.

3) Рассмотрение единичного объема цемента

Единичный объем цемента изменяется до трех уровней: 270, 300 и 330 кг/м³ в соответствии с прошлыми результатами. Проводится подтверждение свойств свежего бетона и испытание прочности на изгиб для достижения целевого значения 5,7 МПа (возраст 28 дней) для определения объема цемента, который будет удовлетворять условиям. Целевой коэффициент уплотнения в ходе подготовки образца к испытанию прочности на изгиб равняется 96,0%. Однако единичный объем воды на каждом уровне составляет 101 кг/м³ (-2 кг/м³) для единичного объема цемента равного 270 кг/м³, и 105 кг/м³ (+2 кг/м³) для единичного объема цемента равный 330 кг/м³, для того, чтобы добиться одинаковой консистенции путем изменения объема цемента при замешивании.

Проверка свойств свежего бетона

Чтобы подтвердить свойства свежего бетона в каждой бетонной смеси, необходимо провести тест на вибрационное уплотнение VC при подготовке образца к испытанию прочности на изгиб. Результаты теста приведены в Таблице 3-9.

Таблица 3-9 Результаты испытания свойств свежего бетона

Единичный объем цемента (кг/м³)	Влажная плотность (г/см³)	Теоритическая плотность (г/см³)	Коэффициент уплотнения (%)	Корректирующее значение VC (секунда)	Коэффициент избытка теста K_p	Коэффициент избытка раствора K_m	Температура бетона (°C)
270	2,419	2,508	96,5	27	1,05	1,78	20,1
300	2,426	2,510	96,7	25	1,13	1,82	20,4
330	2,451	2,512	97,6	34	1,21	1,87	20,4

① Испытание прочности на изгиб

Результаты испытаний прочности на изгиб через 7 дней и 28 дней показаны в Таблице 3-10 и Таблице 3-11.

Таблица 3-10 Результаты испытания прочности на изгиб (возраст 7 дней)

Единичный объем цемента (кг/м³)	Соотношение воды и цемента (%)	Коэффициент избытка теста K_p	Коэффициент избытка раствора K_m	№	Максимальная нагрузка (кН)	Прочность на изгиб (МПа)	
						Измеренное значение	Среднее значение
270	37,4	1,05	1,78	1	17,0	5,10	5,12
				2	17,5	5,25	
				3	16,7	5,01	
300	34,3	1,13	1,82	1	19,1	5,73	5,46
				2	16,9	5,07	
				3	18,6	5,58	
330	31,8	1,21	1,87	1	21,8	6,54	6,40
				2	22,4	6,72	
				3	19,8	5,94	

Таблица 3-11 Результаты испытания прочности на изгиб (возраст 28 дней)

Единичный объем цемента (кг/м³)	Соотношение воды и цемента (%)	Коэффициент избытка теста K_p	Коэффициент избытка раствора K_m	№	Максимальная нагрузка (кН)	Прочность на изгиб (МПа)	
						Измерен ное значение	Среднее значение
270	37,4	1,05	1,78	1	18,4	5,52	5,59
				2	18,3	5,49	
				3	19,2	5,76	
300	34,3	1,13	1,82	1	21,6	6,48	6,35
				2	18,9	5,67	
				3	23,0	6,90	
330	31,8	1,21	1,87	1	25,7	7,71	7,46
				2	26,7	8,01	
				3	22,2	6,66	

Из Таблицы 3-11 прочность на изгиб материала 28-дневного возраста при каждом единичном объеме цемента была выше, чем целевая прочность во время смешивании при единичном объеме цемента равном 300 кг/м³. Далее, взаимосвязь между единичным объемом цемента и K_p (коэффициентом избытка теста) и K_m (коэффициентом избытка раствора) показаны на Рисунке 3-7 и Рисунке 3-8. Учитывая сопротивление разделению материала во время укладки и изменение консистенции бетонной смеси с течением времени, степени завершенности покрытия и долгосрочную износостойкость по отношению к шелушению бетона, будет эффективно, если $K_p \geq 0,9$, $1,7 \leq K_m \leq$

1,9. Также желательно, чтобы коэффициент избытка раствора (K_m) был близок к медиане. Кроме того, в этой конструкции, принимая во внимание температуру воздуха во время строительства, заторы во время транспортировки бетона и рассеяние заполнителей во время прокатки, желательно, чтобы значение K_p было как можно большим. Поэтому в рассматриваемой конструкции, исходя из прошлого опыта, принимая во внимание свойства готовой поверхности, было решено выбрать комбинацию, в которой K_m составляет около 1,8 медианного значения, а K_p составляет около 1,1 медианного значения. На основании приведенных результатов, объем единичного цемента установлено на уровне 300 кг/м³.

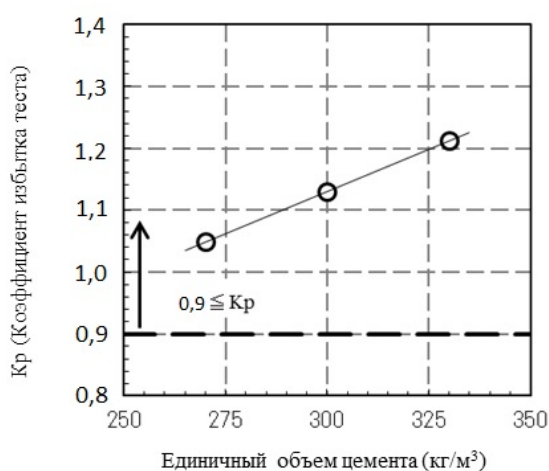


Рисунок 3-7 Связь единичного объема цемента и K_p

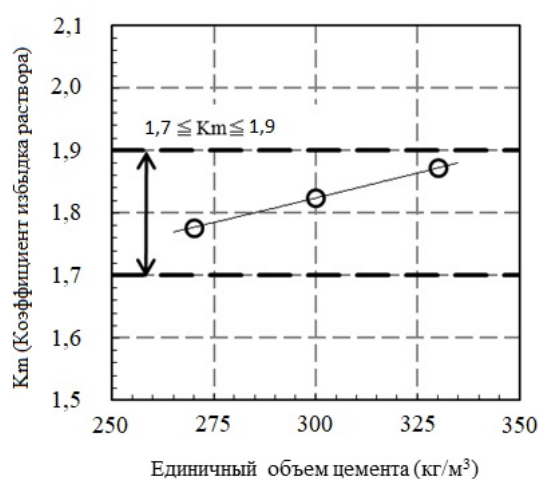


Рисунок 3-8 Связь единичного объема цемента и K_m

4) Выбор замешивания в помещении

Основываясь на приведенных выше результатах исследования, коэффициент замешивания уплотненного бетона, используемого в этой работе, представляет собой коэффициент смешивания, показанный в Таблице 3-12. Однако перед выполнением строительных работ на конкретном заводе, который фактически планируется использовать, будут проведены реальные испытания оборудования, и состав будет соответствующим образом скорректирован.

Таблица 3-12 Коэффициент замешивания уплотненного бетона

Вид	Максимальный размер крупного заполнителя (мм)	Целевое значение консистенции корректирующее VC (секунда)	Соотношение воды и цемента (%)	Коэффициент мелкого заполнителя (%)	Kp	Kt	Единичный объем (кг/м³)					Единичная масса и объем (кг/м³)
							Вода W	Цемент C	Мелкий заполнитель S	Крупный заполнитель G	Добавки Ad	
Теоретический состав	20	Во время выгрузки 30 сек ±10 сек Во время прибытия на участок 50 сек ±10 сек	–	–	–	–	103	300	900	1207	0,75	2510
Состав смеси по рецептуре	20	Во время выгрузки 30 сек ±10 сек Во время прибытия на участок 50 сек ±10 сек	34,3	43	1,13	1,82	99	288	864	1159	0,72	2410
Примечание	(1) Расчетная прочность на изгиб: 4,4 МПа (2) Прочность смеси: 5,7 МПа (3) Коэффициент пористости: 4% (4) Вид цемента: стандартный Портландцемент (5) Вид добавки: уменьшающая водопотребность и воздухововлекающий реагент						(6) Вид крупного заполнителя: щебень 2005 (7) Вид мелкого заполнителя: 2,86 (8) Метод оценки консистенции: испытание на приборе VC (9) Период строительства: 4 года (10) Время транспортировки бетона : 30 минут					

[Примечание] Уплотнение RCC во время строительных работ осуществляется в соответствии со степенью уплотнения (на основании этого определяется отношение плотности RCC во влажном состоянии к стандартной плотности во влажном состоянии). В этом случае эталонной плотностью, как правило, является плотность при коэффициенте уплотнения (обычно 96%) в зависимости от состава

препарата.

Приложение 4 Метод вибрационного испытания (VC)

1. Оборудование

- (1) Вибрация: частота 3000 об/мин, амплитуда 1мм
- (2) Вес: 20кг
- (3) Контейнер: 24×20см, внутренний диаметр и глубина устройства рассчитывается заранее, затем рассчитывается площадь поперечного сечения.
- (4) Другое: секундомер, датчик (своего рода штангенциркуль), стержень (16мм), мастерок, весы и т.д.

2. Уплотнение образца в контейнере

- (1) Сбор образца: из уплотненного бетона, подлежащего испытанию, с учетом разделение материалов, собирается около 30кг основного образца.
- (2) Ввод образца: Образец уплотнен в два слоя. Используется ручной совок и т.д. и аккуратно вводится образец в контейнер. Когда первый слой уложен, нужно быть осторожным, особенно, потому что крупный заполнитель имеет тенденцию концентрироваться на дне контейнера.
- (3) После добавления каждого слоя образца, необходимо уплотнить по 35 раз толкателем по всей поверхности. Необходимо постучать по контейнеру молотком или чем-то подобным (примерно 10 раз), чтобы устранить пустоты, образовавшиеся при уплотнении. После окончания второго слоя необходимо выровнять поверхность мастерком и т.д. (На этом этапе необходимо дать ему усесть примерно на 5мм от верхней части контейнера).

3. Вибрационный тест

- (1) Подготовка к испытанию: закрепить контейнер с образцом на вибрирующий стол. На поверхность образца поместить прозрачную акриловую пластинку весом до 20кг.
- (2) Измерение скорректированного значения VC: запустить вибрацию и наблюдать за раствором. После начала вибрации бетон постепенно затягивается, и раствор начинает расти. После того, как раствор коснется нижней поверхности акриловой пластины, можно заметить, что она постепенно всплывает в зазоре между краем акриловой пластины и контейнером. Время от начала вибрации до тех пор, пока этот промежуток не будет заполнен раствором в течение половины цикла, является скорректированным значением VC (в секундах).

Измерение скорости уплотнения: при одновременном измерении скорости уплотнения, после подтверждения значения VC (обычно около 50 секунд или менее), продолжать вибрацию и остановиться на 60-секунде. В этот момент измеряются глубина от верхней части контейнера до поверхности образца и вес образца, а плотность уплотнения, скорость уплотнения и пористость определяются по следующему уравнению. Если значение VC превышает 60 секунд, измерение значения VC и измерение скорости уплотнения выполняются отдельно.

Измерение глубины выполняется на основной поверхности в 5 местах с использованием датчика, и выявляется среднее значение. Объем образца рассчитывается из глубины сосуда и площади поперечного сечения, предварительно измеренных таким же образом. Кроме того, вес образца

должен быть в том состоянии, когда удаляется та часть раствора, которая поднялась вокруг поверхности образца.

$$\text{Уплотненная плотность } Y_w (\text{г/см}^3) = \frac{\text{Количество образца}}{V}$$

$$\text{Коэффициент уплотнения (\%)} = \frac{Y_w \times 1000}{W_o + C_o + S_o + G_o} \times 100$$

Пористость (%) = 100 - коэффициент уплотнения

(Здесь W_o , C_o , S_o , G_o теоретически указывают каждую единицу количества (кг/м³))

Приложение 5 Способ приготовления образца для испытания на прочность на изгиб

1. Оборудование

(1) Опалубка: 10×10×40см (для испытания прочности на изгиб)

: Ø 10×20см (для испытания на прочность при сжатии)

(1) Весы: Максимальная величина 10кг или более, чувствительность 1г или менее

(2) Уплотнение: буферизация, электрический молот и т.д.

(3) Другое: воротники для изгиба и сжатия, нажимные пластины для изгиба и сжатия, месильные ножи, палка и так далее.

2. Способ приготовления образца

Приготовление образца для испытаний осуществляется таким образом, чтобы степень уплотнения (обычно 96%) на единицу объемной массы в теоретическом составе была постоянной. Для этой цели вес уплотненного бетона, необходимого для приготовления, рассчитывается для каждого образца, упаковывается в опалубку и уплотняется до предварительно определенного размера образца.

(1) Подготовка

Проверить размеры используемой опалубки и состояние затяжки стяжного винта.

(2) Расчет веса уплотненного бетона, необходимого для подготовки образца

Масса единицы объема рассчитывается исходя из теоретического состава (представленного пористостью 0%) уплотненного бетона.

Пример: в случае цемента = 300 кг/м³, воды = 103 кг/м³, мелкого заполнителя = 900 кг/м³, крупного заполнителя = 1,207 кг/м³, удельная масса составляет 2,510 кг/м³ = 2,518 г/см³.

Далее необходимо определить вес одного образца уплотненного бетона, необходимого для подготовки.

Вес уплотненного бетона = объем образца × масса единицы объема × 96%

Пример: образец для изгиба = 4000см³×2,518×0,96 = 9,669г

: образец для сжатия = 1,546см³×2,518×0,96 = 3,737г

Однако в случае образца для сжатия толщина покрытия оценивается примерно в 3мм, а высота образца – 19,7см.

(3) Процедура подготовки образца для испытания на прочность при изгибе

- ① Взвесить 1/2 от расчетного веса уплотненного бетона и уложить его в опалубку. Смешать стороны и центр формы с помощью лопасти или палки, чтобы уплотненный бетон имел одинаковую толщину. При укладке уплотненного бетона необходимо соблюдать осторожность, чтобы не отделить заполнитель снизу и по бокам опалубки.
- ② Прикрепить воротник к опалубке, отмерить оставшуюся половину и уложить ее и сделать равномерной, как в ①.
- ③ Положить пластину на поверхность уплотненного бетона и уплотнить ее с помощью балансировочного трамбовщика или электрического молотка. Уплотнение проводится до тех пор, пока уплотненный бетон не уместится в опалубке.

Краткое описание процедуры подготовки образца для испытания на прочность на изгиб и сжатие

показано на рисунке 5-1.

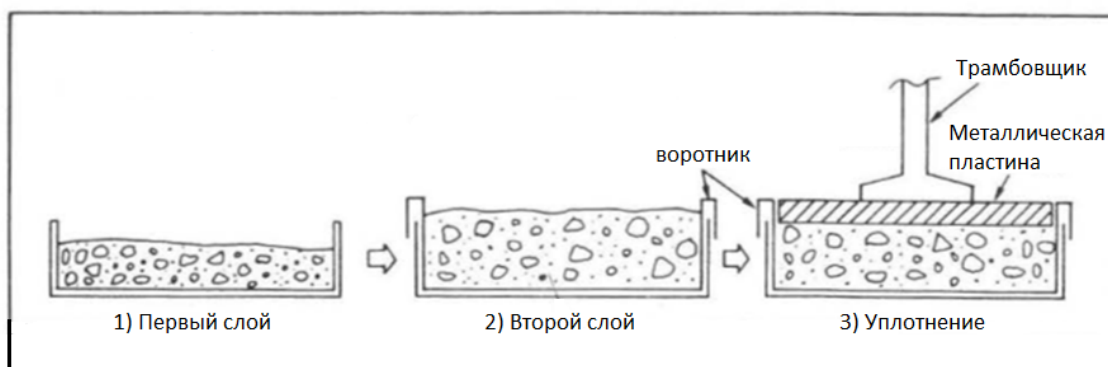


Рисунок 5-1 Краткое описание процедуры подготовки образца для испытания на прочность на изгиб и сжатие

3. Измерение единицы объема массы образца

Образец для испытания на прочность изгиба: накладываемый образец во время производства измеряется после демонтажа из формы, чтобы определить его объемную массу единицы. Размеры образца должны измеряться с помощью штангенциркуля, по крайней мере, в трех местах по ширине и высоте и двух местах по длине. Масса единицы объема образца рассчитывается из объема, определенного по размеру образца и весу образца, и выражается как коэффициент уплотнения или пористость. Кроме того, в случае образцов для испытания на сжатие, для выполнения обычного покрытия, единичный объем массы образца определяется по высоте до укладки и весу, измеренному во время изготовления.

Коэффициент скорости уплотнения = (Единичный объем массы образца / Масса единичного объема в теории) $\times$ 100 (%)

Коэффициент пористости = 100 - коэффициент уплотнения (%)

Приложение 6 Метод измерения коэффициента влажности (метод открытого пламени)

1. Используемое оборудование

- (1) Весы: максимальная вместимость 5кг или более, чувствительность 0,1г или менее
- (2) Нагреватель: газовая плита, электрический обогреватель, газовая панель и т.д.
- (3) Другое: бат, сковорода и т.д.

2. Метод измерения содержания влаги методом открытого пламени

- (1) Собрать 2-3кг уплотненного бетона.
 - (2) Поместить собранный уплотненный бетон в контейнер, такой как чан или сковорода, и высушить его, помешивая, используя плиту, электрический нагреватель, газовую кастрюлю или тому подобное. Осторожно, чтобы образец не выпал из контейнера во время сушки.
- В качестве руководства для завершения сушки поместить стеклянную пластину над уплотненным бетоном, и определить сухость если на пластине не будут капли воды.

3. Расчет коэффициента содержания воды

Содержание влаги в уплотненном бетоне определяется по массе до сушки и массе после сушки.

$\text{Содержание влаги} = (\text{Масса до сушки} - \text{масса после сушки} / \text{масса после сушки} \times 100 (\%))$

Приложение 7 Метод измерения поверхностной сухой плотности срезанного керна

1. Используемое оборудование

- (1) Весы: максимальная величина 5кг или более, чувствительность 0,5г или менее.
- (2) Сетка из проволоки с размером ячеек около 5мм, диаметром и высотой около 20см.
- (3) Контейнеры с переливным оборудованием, которые способны погружать проволоочные клетки в воду, сохраняя постоянный уровень воды.
- (4) Подвеска: устройство, которое подвешивает корзину из проволоочной сетки для измерения подводной массы от центра.

2. Метод измерения

(1) Подготовка образца

Если материал основания и т.д. прилипает к нижней части собранного образца, необходимо удалить его с помощью керн. После промывания образца водой, дать ему впитать воду в воде при температуре от 15 до 25 °C в течение 24 часов или более.

(2) Измерение веса в воздухе

После того, как поверхность образца, извлеченного из воды, быстро вытерта насухо мягкой тканью, измерить вес в воздухе.

(3) Измерение подводного веса

Поместить отрезной образец, вес в воздухе которого измеряется в проволоочной сетке, в воду, и измерить вес воды после удаления пузырьков воздуха на поверхности.

(4) Расчет плотности сухой поверхности

Пусть вес воздуха разрезаемого сердечника равен g , а вес в воде - Sg , а плотность сухой поверхности рассчитывается следующим образом. Плотность сухой поверхности округляется до трех знаков после запятой. Кроме того, соотношение между поверхностной сухой плотностью и стандартной плотностью (обычно плотность при скорости уплотнения 96%) определяют, как степень уплотнения.

$$\text{Сухая плотность} = (A/A - B) \times p \text{ (г/см}^3\text{)}$$

p : плотность воды при нормальной температуре (1 г/см³)

$$\text{Степень уплотнения} = (\text{Сухая плотность} / \text{Контрольная плотность}) \times 100 (\%)$$

Приложение 8 Примеры дефектов УУБП, их причины и меры предотвращения

1. Введение

Данное руководство создано в целях улучшения знаний и технических навыков в качестве справочного материала для проектирования, строительства и содержания дорог УУБП в Кыргызской Республике. Здесь представлены примеры дефектов, которые были выявлены в ходе визуальной инспекции УУБП участка дороги в селе Кой-Таш, который был построен в 2010 году. Примеры дефектов показаны на фотографиях, также объясняются причины возникновения и меры их предотвращения.

2. Примеры дефектов, причины их возникновения и меры предотвращения

① Начало дорожного покрытия (шероховатость покрытия, отслоение материала)



* Правая полоса: начальная точка строительства



* Левая полоса: начальная точка строительства.

* Другая сторона: асфальтовое покрытие

Поверхность шероховатая, наблюдается отслоение материала.

Из-за поломки техники, участок был уложен без применения трамбовочной плиты асфальтоукладчика.

Важно предварительно убедиться в технической исправности строительной техники

② Место соединения с асфальтовым покрытием (шов)



Стык с асфальтовым покрытием, сделанный после строительства УУБП.

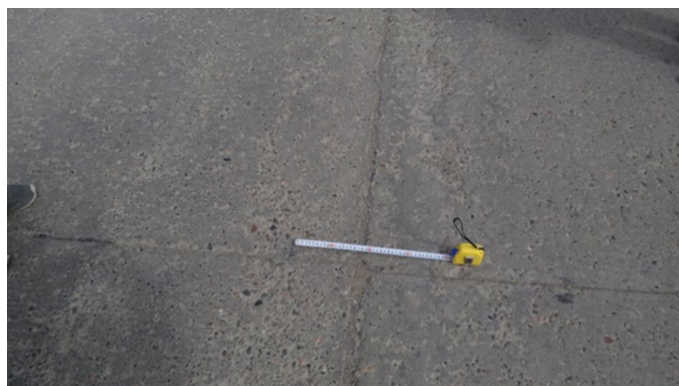
На поверхности образовалась яма. Недостаточное уплотнение материала привело к разрушению УУБП.

- ③ Поперечные трещины на поверхности дороги (вследствие неравномерного распределения бетонной смеси асфальтоукладчиком)



Плохая консистенция бетонной смеси (слишком много воды), к тому же асфальтоукладчик слишком быстро распределил смесь. В дальнейшем эти небольшие трещины будут расширяться, образуя продольные трещины, что вероятно в будущем приведет к разрушению поверхности.

- ④ Продольные швы (слегка шероховатые) и поперечные швы сравнительно хорошие



- ⑤ Состояние поперечного шва хорошее



⑥ Ямы



Вероятность появления дорожных ям из-за плохой консистенции бетонной смеси (необходимо контролировать консистенцию смеси) или из-за того, что смесь прилипала к вальцам катка во время уплотнения (необходимо несколько раз очищать поверхность вальца катков)

⑦ Разница в высоте поперечных швов (около 0,5см)



* Правая сторона : бетонное покрытие было уложено

* Левая сторона : продолжение начатой укладки бетона по истечении времени

Асфальтоукладчик недостаточно распределил смесь, поэтому важно соблюдать баланс в консистенции.

⑧ Продольная трещина



Образовались продольные трещины в центре левой полосы и на повороте.

- Из-за морозного пучения несущая способность дорожного основания изменилась.
- На левой полосе дороги большая нагрузка на покрытие из-за поворота

Важно принимать меры по защите от замерзания или пучения основания. До глубины замерзания применять морозоустойчивые материалы!

⑨ Отсутствие перехода высоты поперечного шва



Вырез шва сделан раньше времени, что привело к отслоению поверхностного покрытия.

Метод вырезания шва заключается в том, что сначала вырезают одним лезвием, после завершения ухода за бетоном, вырезают уже двумя лезвиями.

Кроме того, есть вероятность того, что дорожное полотно даст усадку и его несущая способность немного уменьшится.

⑩ Трещина поперечного шва у обочины



Причина: уменьшение несущей способности дорожного полотна (промерзание, дренаж).

Важно обеспечить надлежащий дренаж, а также принять меры против промерзания дорожного полотна (использовать морозоустойчивые материалы)

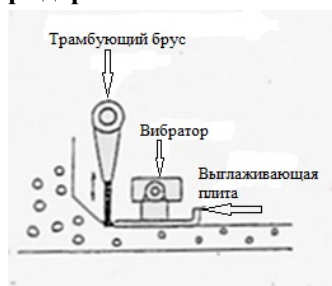
⑪ Трещина из-за температурной усадки (поперечное направление дороги)



Температура воздуха к утру начинает падать.

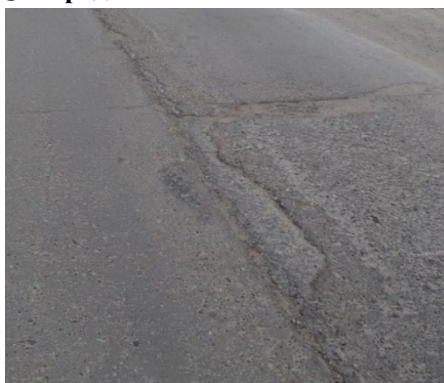
Реакция твердения бетона начинает уменьшаться, и генерируемая сжимающая сила возникает в это время (существует вероятность растрескивания вследствие сжатия), когда сохраненная прочность превышена. Важно не допустить, чтобы эта первоначальная температурная усадочная трещина стала большой трещиной в будущем, что приведет к разрушению бетонной поверхности. Для этого важно вырезать термоусадочный шов как можно раньше (на следующее утро), не делая сколов по углам. Требуется два резца.

⑫ Продольная трещина в центре дороги



Из-за плохой консистенции (пересушенная смесь) УУБП, шнековый бур асфальтоукладчика не распределял равномерно материал, что послужило причиной отслоения покрытия в центре дороги. Необходимо следить за консистенцией (во время производства и распределения на земполотно). Также будет эффективно, если установить разделительную перегородку (из твердой резины) между шнековым буром и механизмом подачи как показано на фото выше.

13 Продольный шов



Повреждение формы проезжей части (фото слева)

Во время укатки, из-за плохой консистенции УУБП давление катка на этом участке было сильным и вероятно он сильно уплотнил или раствор бетона прилипал к ролику катка. После, чтобы дополнить толщину покрытия приходилось все это корректировать вручную (вручную добавлять раствор). В этом случае надо было нижний слой стрегать с помощью граблей для хорошего сцепления с добавленным раствором. Необходимо осуществлять плавную прокатку (контроль консистенции, очистка поверхности валика катка).

Плохая отделка продольного шва (фото справа)

Необходимо добавить отделочные работы (не выполненные в 2010 году) с помощью виброплиты, а также усовершенствовать работу граблями вручную (для устранения раковин) после укладки асфальтоукладчиком. После этого производится уплотнение вибрационным катком, окончательное уплотнение проводится катком (вода: когда выполняется окончательное уплотнение нужно не добавлять, а распылять воду, тогда получается хорошая поверхность).

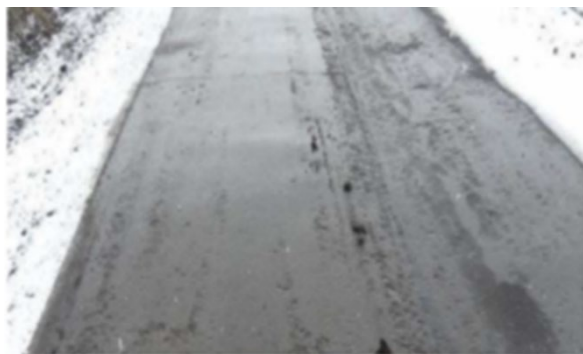
⑭ Шероховатость поверхности покрытия



Плохая консистенция УУБП (пересушенный).

Необходимо, учитывая временные изменения, тщательно продумывать подбор состава и осуществлять производство, транспортировку и непрерывную укладку УУБП. Кроме того, если распылять воду во время окончательного уплотнения пневмокатком, то покрытие получится красивым (в 2010 году не было распылительного устройства). Кроме того, необходимо знать технику работы граблями во время формирования продольного шва и проводить работу по устранению участков скопления крупного заполнителя посредством виброплиты, тем самым выравнивая поверхность покрытия.

⑮ Волны в поперечном направлении покрытия



Левая полоса: бетон проложен от склона по направлению вниз.

По правилам должно быть проложено от низкой точки по направлению восхождения к склону.

Плотность покрытия асфальтоукладчиком в направлении склона более плотная.

Уплотнение виброкатком: вручную управлять виброрежимом во время подъема и спуска (нельзя делать резкие движения).

Уплотнение пневмокатком: нельзя резко останавливаться или запускать (резкое переключение режима)

16 Состояние поверхности



Состояние поверхности правой полосы плохое (отслоение материала, ухудшение консистенции)

Был проложен низкокачественный бетон. Неисправность бетонного завода (вышел из строя ленточный конвейер подачи щебня), привело к низкому качеству УУБП.

Требуется утвердить четкий стандарт по приемке бетонного раствора на участок.

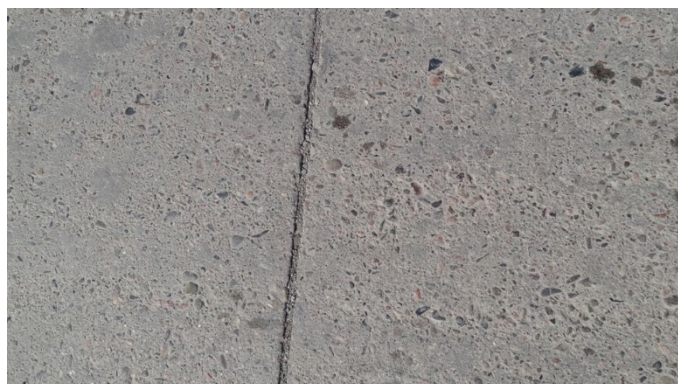
Шероховатость: было много воды в бетонном растворе и смесь прилипала к вальцу виброкатка.

17 Место ямочных работ с вырезкой УУБП



Было уложено УУБП низкого качества, во время эксплуатации образовались трещины и износ поверхности, поэтому местами сделали ямочный ремонт с вырезкой бетона и повторно уложили бетонную смесь. Необходимо принимать правильное решение при приемке УУБП на участке (бетон должен соответствовать всем требованиям).

18 Износ поверхности



Речной гравий, смешанный с различными горными породами, не является большой проблемой. Однако снижается сцепление колес с дорожным покрытием.

3. Заключение

Здесь представлены примеры дефектов УУБП (участок Кой-Таш, построенный в 2010 г), причины появления и меры по их предотвращению.

Было недостаточное управление консистенцией бетона (производство, транспортировка, распределение смеси асфальтоукладчиком, уплотнение виброкатком и пневмокатком), вследствие чего образовались трещины и отслоение материалов на поверхности, а также смесь прилипала к вальцу катка, что также привело к образованию дорожных ям и шероховатой поверхности. Местами уже необходимо делать ремонт.

Надеюсь, что передача технологий будет успешно осуществлена и разработанное нами данное руководство будет эффективно использоваться в Кыргызстане.

Приложение 9 Отчет о тестовом подборе состава смеси УУБП в лаборатории

1. Введение

Цель этого отчета - подтвердить работу испытательного оборудования, доставленного на бетонный завод, и передать технологию смешивания лабораторных испытаний местному персоналу. В результате всех исследований составлены рекомендации на будущее.

2. Свойства материала

Поскольку свойства материалов не были подтверждены, использовались результаты Фазы 1 (2010) (Таблица 9-1).

Таблица 9-1 Свойства используемых материалов (Показатели из Фазы 1, 2010)

Элемент	Обозначение	Сухая плотность поверхности г/см ³	Абсолютная плотность г/см ³	Удельная масса кг/л	Показатель производительности %	Пористость %	Водопоглощение %
Цемент	C	3,121		1,726			
Мелкий заполнитель	S	2,61		1,726	66,8	33,2	1,19
Крупный заполнитель	G	2,65		1,606	60,9	39,1	0,51
Добавки	A						

Gmax: 20мм; S: речной песок; G: Речной щебень; A: АЕ водоумещающий реагент; C: №400 обычный порландцемент.

3. Испытание 14 мая 2019 г.

Состав, рассмотренный для испытания 14-мая 2019 года, приведен в Таблице 9-2. Результаты теста VC в этот день приведены в таблице 9-3.

Таблица 9-2 Рассмотренный состав за 14-мая 2019-г.

№	W/C	s/a	Удельное кол-во (кг/м ³)				Добавка	K _p	K _m	Теоретическая плотность
	%	%	W	C	S	G	C × %			кг/м ³
1	32,1	41,0	102	318	853	1244	1,00	1,24	1,75	2,517

Предположение: Влагосодержание песка: 4%, влагосодержание грубого заполнителя: 0% (опрос на бетонном заводе)

Таблица 9-3 Результат испытания на VC (14-мая 2019-г.)

№	Корректирующее значение виброуплотнения (VC) (Секунд)	Степень уплотнения (%)	Примечания
1	15	97,0	Сразу после замешивания

Степень уплотнения (%): Плотность/теоретическая плотность после 60 секунд.

Примечание: Замес бетона. Лабораторный большой круглый миксер, кол-во замеса 30л, время смешивания: пустой замес. При проведении испытания на виброуплотнителе, на ранней стадии начал выступать цементный раствор (молочко), которого было довольно много. Содержание влаги в заполнителях не было известно, однако, по словам сотрудников лаборатории завода, оно составляло около 4%. Так же, не зная о коэффициенте влаговпитываемости, было предположено, что

единичный объем воды превышает 10-20кг. Более того, из-за того, что содержание влаги в заполнителе не было учтено, считается, что фактический коэффициент мелкого заполнителя меньше, чем это показано в таблице состава смеси.

Хотя влагосодержание поверхности заполнителя не было известно, предполагается, что единичное содержание воды было слишком большим, и в составе раствора слишком много воды, корректирующее значение VC получилось не большим, а консистенция мягкой.

Необходимо наблюдать за изменением консистенции с течением времени (время транспортировки, изменение за счет температуры воздуха и т.д.), однако сделать консистенцию чуть твёрже (показатель VC сделать по больше) около 20 секунд.

[Для справки]: Показатель VC маленький→Консистенция: мягкая

Показатель VC большой→Консистенция: твёрдая

Целевой показатель времени для укладки асфальтоукладчиком: 50 ± 10 сек.

(При высокой температуре целевое значение VC берётся поменьше)

4. Испытание 16 мая 2019 г.

Состав, рассматриваемый для испытания 16-мая 2019 года, приведен в Таблице 9-4. Результаты теста VC в этот день показаны в Таблице 9-5 и Таблице 9-6.

Таблица 9-4 Рассмотренный состав за 16-мая 2019 г. (1-до обеда, 2-после обеда)

№	W/C	s/a	Удельное кол-во (кг/м³)				Добавка	K_p	K_m	Теоретическая плотность
	%	%	W	C	S	G	C × %			кг/м³
1 До обеда	32,1	43,0	98	318	899	1208	1,00	1,16	1,85	2,523
2 После обеда	28,3	43,0	90	318	908	1220	1,00	1,10	1,82	2,536

На основе результатов от 14.05.2019, коэффициент мелкого заполнителя (s/a) сделали: 41→43% и немного увеличили количество раствора, воды поменьше W : 102→98 кг/м³, и скорректировали смесь, сделав её твёрже (Таблица 9-4, 1-позиция).

Таблица 9-5 Результаты испытания на VC (16-мая до обеда)

№	Скорректированное значение VC (секунд)	Степень уплотнения (%)	Примечания
①	20		Сразу после замешивания
① -1		98,2	90 секунд после VC вибрации

Поскольку целевое скорректированное значение VC во время транспортировки (сразу после замеса) было установлено равным 30 ± 10 секунд, количество воды все еще было немного большим.

Таким образом, после обеда удельное количество воды было установлено на уровне $98 \rightarrow 90$ кг/м³, и составление было выполнено. (Таблица 9-4, 2-позиция).

Результаты испытания виброуплотнения VC показаны в Таблице-9-6.

Таблица 9-6 Результаты испытания на VC (16-мая после обеда)

№	Скорректированное значение VC (секунд)	Степень уплотнения (%)	Примечания
②	25		Сразу после замешивания
② -1		95,4	90 секунд после VC вибрации

Корректирующее значение VC было почти таким же, как и было запланировано. Степень уплотнения показала несколько меньшее значение. Несмотря на то, что нам показалось, что крупного заполнителя чуть больше, было решено измерить временное изменение консистенции при таком составе (скорректированное значение VC) (Таблица 9-7 Результаты от 16-мая 2019г.) (Таблица 9-4, 2-позиция) (16.05.2019, после обеда, по прошествии 45мин.)

Таблица 9-7 Результаты испытания на VC (16-мая 2019-г. после обеда по прошествии 45 мин.)

№	Скорректированное значение VC (секунд)	Степень уплотнения (%)	Примечания
③	60		Сразу после замешивания
③ -1		90,0	90 секунд после VC вибрации

Изменение консистенции УУБ было значительным (20 секунд → 60 секунд или более), и степень уплотнения после 60 секунд VC-тестирования не достигла 95% от целевого значения, но достигла 90%.

[Примечание] Комментарии

Несмотря на то, что смесь была укрыта тканью, находиться при ясной погоде на улице представляет собой сложные условия. Однако, учитывая то, что строительные работы будут проводиться летом, можно ожидать изменение консистенции в такой же степени. Возможно, лучше установить целевое значение VC при выпуске около 20 секунд, но в будущем необходимо в достаточной степени изучить детали в будущих тестах на смешивание, тестах на замешивание на реальной машине.

5. Результаты испытания прочности на изгиб

Испытание прочности на изгиб проводилось в испытательной лаборатории Госстроя по образцу в возрасте 14 дней (подготовка 16-мая 2019-г. после обеда, влажное отверждение).

Результаты испытания показаны в Таблице 9-8, и результаты всех образцов за исключением № ①, были удовлетворительны.

Таблица 9-8 Результаты испытания прочности на изгиб (16-мая 2019-г. после обеда)

№	Макс. нагрузка (кН)	Прочность на изгиб (МПа)	Примечания
①	12,75	3,60	Отклонение положения загрузки, несоответствие отверждения
②	23,15	6,51	
③	20,11	5,70	

Степень прочности на изгиб рассчитывается по следующей формуле.

$$\sigma_b \text{ (МПа)} = P \text{ (Макс. нагрузка кН)} \times \text{промежуток (300мм)} / \text{ширина образца } b \text{ (мм)} \times \text{высота } h \text{ (мм)} \times h \text{ (мм)}$$

6. Резюме

После этого были проведены дополнительные испытания, в том числе несколько технических инструктажей, на основе которых были составлены дальнейшие лабораторные замесы и были обобщены рекомендации по строительству.

(1) Общий обзор

В этом исследовании свойства (плотность, удельный вес и т. д.) агрегата не были ясны, и состав был изучен на основе значений, которые считаются результатами фазы 1 (2010). Таким образом, были участки, в которых фактическое количество воды и совокупные свойства не совпадали с данными лабораторных исследований. В будущих испытаниях мы будем проводить эксперименты, анализируя совокупное содержание воды, подтверждая результаты испытаний свойств (удельный объем, удельный вес и т. д.), а также выясняя взаимосвязь между фактическим составом и данными. Исходя из результатов испытаний на прочность, принимая во внимание влияние времени, количество цемента было решено уменьшить примерно до 300 кг/м³, как в японских стандартах (также в зависимости от изменений на заводе в процессе производства, но если оно слишком большое, количество цемента должно быть увеличено для большей прочности конструкции. Тем не менее, чрезмерно большое количество цемента приводит к значительному изменению консистенции во времени. Необходимо подтвердить определение показаний состава в будущих испытаниях состава путем фактического пробного замешивания на заводе и тестовое строительство.

(2) Пункты, которые необходимо рассмотреть и которые требуют принятия мер

Ниже показаны основные пункты, которые необходимы для обеспечения соответствующего качества для формирования состава смеси в дальнейшем.

1) О свойствах заполнителя и определении количества влагосодержания (в основном по тестам)

- Определение плотности заполнителя, тест коэффициента водопоглощения и т. д., определение свойств заполнителя
- Если испытания проводит Госстрой, необходимо удостовериться, какие стандарты были соблюдены.
- При проведении лабораторных тестовых смешиваний, в будущем необходимо проверять содержание влаги в заполнителе, также как и проводить тест УУБ, понять фактическое содержание воды и состав, затем анализировать результаты.
- Для стабилизации состояния заполнителя необходимо накрыть тестовый материал, который хранится на складе.
- При сборе проб заполнителей нельзя собирать их в местах с уклонами, необходимо аккуратно перемешивать перед сбором.
- В отличие от Японии, здесь, крупнозернистый заполнитель почти сухой. Поэтому необходимо детально анализировать изменение по прошествии времени. Необходимо установить корректирующее значение VC в качестве цели для отправки бетона.

2) О стабильности влагосодержания во время строительства

- Важно знать, как сохранять устойчивость влагосодержания в заполнителе, чтобы обеспечить

стабильное качество. Если содержание влаги изменяется от разгрузки к разгрузке, день ото дня, это будет крайне сложно.

- На заводе, при сборе материалов со склада, необходимо дать указание, чтобы заполнитель размещали с помощью фронтального погрузчика (погрузочно-разгрузочной машины) и загрузить с обычного и не примечательного места.
- В случае строительства одной стороны, необходимо разработать такой метод, чтобы в течение 2 дней содержание влаги в заполнителе и температура не изменялись под влиянием дождя или солнца, например, укрытием склада брезентом.
- Важно знать влагосодержание заполнителя. Проверьте метод измерения содержания воды и частоту проверок на заводе. Если есть недоработки, проинструктируйте завод или рассмотрите способ подтверждения самостоятельно.

3) О стабилизации консистенции УУБ при выпуске с завода

- Если строительство проводится днём, необходимо во время транспортировки строительные материалы укрыть (погрузочную платформу). Если это невозможно сделать, необходимо заранее продумать другие способы. Необходимо, чтобы местный персонал понимал крайнюю важность данных мер.
- На основе тестовых смешиваний и пробной транспортировки, необходимо определять количество изменений консистенции.

4) В общем

- Необходимо обучение сотрудников кыргызской стороны по использованию ВС оборудования (виброуплотнения) и по смеси УУБП.

[Примечание] Предпочтительно, чтобы по проекту показатель значения Калифорнийского числа [CBR] несущей способности грунтового основания составлял 4 или более. Если прочность основания недостаточна, то необходимо улучшить его.

(3) Дорожное полотно

Проектирование дорожного полотна основано на расчетном коэффициенте прочности грунтового основания или проекта CBR. При проектировании с использованием коэффициента прочности (значение K) данный коэффициент на поверхности дороги составляет более чем $K_{30}=200$ МПа/м.

Дорожное полотно УУБП при транспортном движении N_4 или более должно быть реализовано как цементно-стабилизированное дорожное полотно или дорожное полотно с мелкозернистым щебнем с предусмотренной прослойкой асфальта. Кроме того, желательно, чтобы дороги с движением N_2 , N_3 также были с цементно-стабилизированным дорожным полотном, но когда используется только зернистый материал, минимальная толщина дорожного полотна должна составлять 20 см.

Для цементно-стабилизированного и мелкозернистого дорожного полотна необходимо нанести грунтовку.

[Примечание 1] Качество и толщина материала дорожного полотна должны проектироваться в соответствии с проектом цементобетонного покрытия.

[Примечание 2] В УУБП, помимо того, что оно представляет собой конструкцию путем уплотнения, плиту невозможно усилить железной сеткой или чем-то подобным из-за увеличения эффекта нагрузки на соединения и т.д. таким образом, важным моментом является обеспечение достаточной

прочности дорожного полотна. Для этого, необходимо обеспечить стабилизацию цементным полотном высокой жесткости.

[Примечание 3] В случае, когда возникает эффект от замерзания на участках с холодным климатом и т.д., необходимо отдельно обеспечить слой, препятствующий замерзанию.

(4) Укатанные бетонные плиты

Когда для поверхностного слоя используется бетонная плита, поверхность должна быть нескользкой, менее царапающейся и иметь хорошую ровность.

[Примечание 1] Железная сетка, железные решетки не используются.

(5) Расчетная стандартная прочность на изгиб укатанного уплотненного бетона

Расчетная стандартная прочность на изгиб укатанного уплотненного бетона, когда бетонная плита используется непосредственно для поверхностного слоя, то прочность на изгиб должна составлять 4,4 МПа для дорожного движения N₃, N₄, N₅ и 4,9 МПа для дорожного движения N₆. Однако в случае утончения толщины плиты с целью регулировки высоты с передней и задней частью строительной секции при движении N₄, N₅ стандартная прочность на изгиб может быть установлена равной 4,9 МПа. Примеры поперечного сечения конструкции для бетонных покрытий для прочности на изгиб 4,4 МПа и 4,9 МПа показаны в Таблицах 9-9 и 9-10. Метод испытания прочности на изгиб указан в Приложении 5 (Метод подготовки образца) и ГОСТ 10180-2012 (Метод испытания прочности бетона на изгиб). В обычном случае испытания материала необходимо проводить на 28 день.

**Таблица 9-9 Пример поперечного сечения конструкции бетонного дорожного покрытия
(Расчетная стандартная прочность на изгиб 4,4 МПа)**

(Единица измерения: см; МПа и %)

Расчетный CBR		4	6	Более 8	
Транспортное движение N ₃	Стабилизация цемента	Бетонная плита σ _b =4,4 15 Стабилизация цемента σ ₇ =2,0 20	Бетонная плита σ _b =4,4 15 Стабилизация цемента σ ₇ =2,0 15	Бетонная плита σ _b =4,4 15 Стабилизация цемента σ ₇ =2,0 15	
		Бетонная плита σ _b =4,4 15 Промежуточный слой асфальта 4 Гранулированный щебень CBR>80 10 Дробильный CBR>20 25	Бетонная плита σ _b =4,4 15 Промежуточный слой асфальта 4 Гранулированный щебень CBR>80 15	Бетонная плита σ _b =4,4 15 Промежуточный слой асфальта 4 Гранулированный щебень CBR>80 15	
	Твердый материал + Промежуточный слой асфальта	Твердый материал	Бетонная плита σ _b =4,4 15 Гранулированный щебень CBR>80 20 Дробильный CBR>20 25	Бетонная плита σ _b =4,4 15 Гранулированный щебень CBR>80 25	Бетонная плита σ _b =4,4 15 Гранулированный щебень CBR>80 20
			Бетонная плита σ _b =4,4 15 Гранулированный щебень CBR>80 20 Дробильный CBR>20 25	Бетонная плита σ _b =4,4 15 Гранулированный щебень CBR>80 25	Бетонная плита σ _b =4,4 15 Гранулированный щебень CBR>80 20
	Транспортное движение N ₆	Стабилизация	Бетонная плита σ _b =4,4 20	Бетонная плита σ _b =4,4 20	Бетонная плита σ _b =4,4 20

	цемента	Стабилизация цемента $\sigma_7=2,0$ 20	Стабилизация цемента $\sigma_7=2,0$ 15	Стабилизация цемента $\sigma_7=2,0$ 15
	Твердый материал + Промежуточный слой асфальта	Бетонная плита $\sigma_b=4,4$ 20 Промежуточный слой асфальта 4 Гранулированный щебень CBR>80 10 Дробильный CBR>20 25	Бетонная плита $\sigma_b=4,4$ 15 Промежуточный слой асфальта 4 Гранулированный щебень CBR>80 15	Бетонная плита $\sigma_b=4,4$ 20 Промежуточный слой асфальта 4 Гранулированный щебень CBR>80 15
	Твердый материал	Бетонная плита $\sigma_b=4,4$ 20 Гранулированный щебень CBR>80 20 Дробильный CBR>20 25	Бетонная плита $\sigma_b=4,4$ 20 Гранулированный щебень CBR>80 25	Бетонная плита $\sigma_b=4,4$ 20 Гранулированный щебень CBR>80 20
	Транспортное движение N ₅	Бетонная плита $\sigma_b=4,4$ 25 Стабилизация цемента $\sigma_7=2,0$ 20	Бетонная плита $\sigma_b=4,4$ 25 Стабилизация цемента $\sigma_7=2,0$ 15	Бетонная плита $\sigma_b=4,4$ 25 Стабилизация цемента $\sigma_7=2,0$ 15
		Бетонная плита $\sigma_b=4,4$ 25 Промежуточный слой асфальта 4 Гранулированный щебень CBR>80 10 Дробильный CBR>20 25	Бетонная плита $\sigma_b=4,4$ 25 Промежуточный слой асфальта 4 Гранулированный щебень CBR>80 15	Бетонная плита $\sigma_b=4,4$ 25 Промежуточный слой асфальта 4 Гранулированный щебень CBR>80 15
		Бетонная плита $\sigma_b=4,4$ 18 Промежуточный слой асфальта 4 Гранулированный щебень	Бетонная плита $\sigma_b=4,9$ 18 Промежуточный слой асфальта 4 Гранулированный щебень	Бетонная плита $\sigma_b=4,9$ 18 Промежуточный слой асфальта 4 Гранулированный щебень

Таблица 9-10 Пример поперечного сечения конструкции бетонного дорожного покрытия
(Расчетная стандартная прочность на изгиб 4,9 МПа)

(Единица измерения: см; МПа и %)

Расчетный CBR		4	6	Более 8
Транспортное движение N ₄ *	Стабилизация цемента	Бетонная плита $\sigma_b=4,9$ 18	Бетонная плита $\sigma_b=4,9$ 18	Бетонная плита $\sigma_b=4,9$ 18
		Стабилизация цемента $\sigma_7=2,0$ 20	Стабилизация цемента $\sigma_7=2,0$ 15	Стабилизация цемента $\sigma_7=2,0$ 15
		Бетонная плита $\sigma_b=4,9$ 18	Бетонная плита $\sigma_b=4,9$ 18	Бетонная плита $\sigma_b=4,9$ 18
	Твердый материал + Промежуточный слой асфальта	Промежуточный слой асфальта 4	Промежуточный слой асфальта 4	Промежуточный слой асфальта 4
		Гранулированный щебень	Гранулированный щебень	Гранулированный щебень
		Бетонная плита $\sigma_b=4,9$ 18	Бетонная плита $\sigma_b=4,9$ 18	Бетонная плита $\sigma_b=4,9$ 18

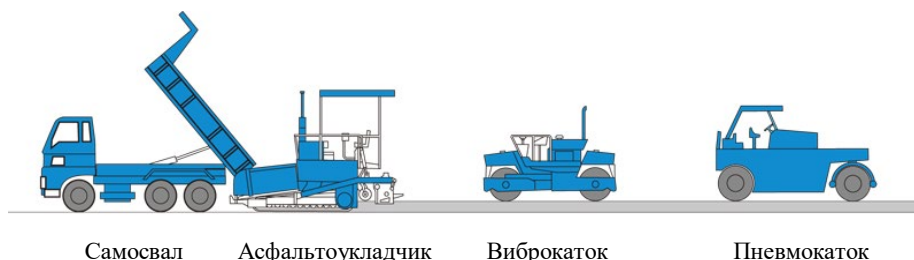
		CBR>80 10 Дробильный CBR>20 25	CBR>80 15	CBR>80 15
	Твердый материал	Бетонная плита $\sigma_b=4,9$ 18 Гранулированный щебень CBR>80 20 Дробильный CBR>20 25	Бетонная плита $\sigma_b=4,9$ 18 Гранулированный щебень CBR>80 25	Бетонная плита $\sigma_b=4,9$ 18 Гранулированный щебень CBR>80 20
Транспортное движение №5	Стабилизация цемента	Бетонная плита $\sigma_b=4,9$ 22 Стабилизация цемента $\sigma_7=2,0$ 20	Бетонная плита $\sigma_b=4,9$ 22 Стабилизация цемента $\sigma_7=2,0$ 15	Бетонная плита $\sigma_b=4,9$ 22 Стабилизация цемента $\sigma_7=2,0$ 15
	Твердый материал + Промежуточный слой асфальта	Бетонная плита $\sigma_b=4,9$ 22 Промежуточный слой асфальта 4 Гранулированный щебень CBR>80 10 Дробильный CBR>20 25	Бетонная плита $\sigma_b=4,9$ 22 Промежуточный слой асфальта 4 Гранулированный щебень CBR>80 15	Бетонная плита $\sigma_b=4,9$ 22 Промежуточный слой асфальта 4 Гранулированный щебень CBR>80 15
Транспортное движение №6	Стабилизация цемента	Бетонная плита $\sigma_b=4,9$ 25 Стабилизация цемента $\sigma_7=2,0$ 20	Бетонная плита $\sigma_b=4,9$ 25 Стабилизация цемента $\sigma_7=2,0$ 15	Бетонная плита $\sigma_b=4,9$ 25 Стабилизация цемента $\sigma_7=2,0$ 15
	Твердый материал + Промежуточный слой асфальта	Бетонная плита $\sigma_b=4,9$ 25 Промежуточный слой асфальта 4 Гранулированный щебень CBR>80 10 Дробильный CBR>20 25	Бетонная плита $\sigma_b=4,9$ 25 Промежуточный слой асфальта 4 Гранулированный щебень CBR>80 15	Бетонная плита $\sigma_b=4,9$ 25 Промежуточный слой асфальта 4 Гранулированный щебень CBR>80 15

*) Применяется для уточнения толщины плиты для приспособления строительному методу [Примечание 1] Поскольку верхний предел толщины УУБП поддерживается на уровне 25см, в Таблице 2-1 при транспортном движении №6 рассматривается увеличение стандартной прочности на изгиб бетона. Однако, если дорожное полотно находится на каменистой поверхности и прочность поддержки высокая, расчетная стандартная прочность на изгиб бетона может составлять 4,4 МПа при сохранении толщины плиты 25см.

[Примечание 2] При укладке УУБП при транспортном движении №7 необходимо реализовать отдельный проект. В этом случае, существует либо способ усиления прочности дорожного полотна,

либо способ обеспечения поверхностного слоя асфальтовой смеси в виде «белого основания», чтобы увеличить несущую способность дорожного полотна.

Приложение 10 Ключевые моменты управления строительством и контроля качества в УУБП (Бетонное покрытие)



1. Требуемые характеристики УУБП

- 1) Обеспечение плотности через уплотнение
- 2) Обеспечение требуемых свойств дорожного покрытия (Ровность, текстура поверхности)
- 3) Чтобы достичь требуемые свойства, для бетона (УУБ), важно оценивать и контролировать консистенцию, сопротивляемость разделению материала, обрабатываемость при прокатке и укладываемость.

2. Пункты управления качеством

- 1) Контроль консистенции
 - ① Комплексное управление проектированием и технологическим процессом, чтобы время от окончания перемешивания бетона до начала прокатки с помощью вибрирующего катка было максимально один час.
 - ② Транспортировка бетона самосвалом: влажная ткань + брезент (защита от ветра)
- 2) Укладка асфальтоукладчиком
Низкая скорость (0,6-0,7 м/мин.) Постоянная скорость винтового шнека укладчика: Распределение при низкой постоянной скорости вращения.
- 3) Распыление раствора на бетонную поверхность
Без промедления наносить раствор на участки с шероховатой поверхностью после выравнивания.
- 4) Первичное уплотнение
После выравнивания с помощью асфальтоукладчика быстро выполнить начальную прокатку с помощью небольшого катка. Кроме того, поверхность корректируется виброплитой по краям и в местах, где собираются небольшие волны, например, вблизи опалубки.
- 5) Распыление воды на поверхность.
Поскольку выровненная бетонная поверхность легко высыхает, используйте распылитель воды (такие как для химикатов), чтобы предотвратить высыхание поверхности.
- 6) Вибрационный каток
Начните прокатку менее чем через час после замешивания бетона на заводе
Без вибрации: 1 поездка туда и обратно, слабая вибрация: 2 поездки туда и обратно, сильная вибрация: от 2 до 3 поездок туда и обратно
- 7) Прокатка пневмокотком
Окончательная прокатка выполняется пневмокотком при распыскивании воды. Параллельно также вода распыскивается рабочими (используйте распылитель химикатов).

8) Влажный материал для ухода за покрытием

После распыления воды на материал, накройте его сверху виниловой клеенкой или тентом и установите небольшие предметы на поверхность по всей площади и периметру, чтобы предотвратить переворачивание от ветра. Если ожидается, что температура воздуха низкая и ожидаются заморозки (около 0) в течение периода отверждения, продлите период на одну неделю, чтобы обеспечить затвердевание, а также проведите теплоизоляцию или термическое отверждение.

9) Меры против начальных температурных трещин.

На следующий день после укладки утром проводится надрез одним лезвием каждые 4 метра. Для этого требуется 2 фреза.

3. Контроль (поддержание) состава формулы, определенной при тестовом строительстве

1) Контроль качества на бетонном заводе

Знать содержание влаги в заполнителях (крупнозернистый заполнитель, речной песок, дробленый песок) для измерения методом открытого пламени рано утром и сразу после обеда

→ Отражение в удельном количестве воды

- Содержание воды меньше, чем ожидалось → Немного увеличить измеренный объем воды
- Содержание воды выше, чем ожидалось → Слегка уменьшить измеренный объем воды

Апробирование рукой (метод продавливания):

- Влагосодержание поверхности = влажная масса – поверхностная сухая масса
- Пример состояний заполнителей и коэффициента поверхностной влажности

Пример состояний заполнителей и коэффициента поверхностной влажности показан в Таблице 10-1.

Таблица 10-1 Пример состояний заполнителей и коэффициента поверхностной влажности

Состояние заполнителей	Коэффициент поверхностной влаги (%)
Влажный гравий либо щебень	1,5-2
Очень влажный песок (при сжатии песка ладонь увлажняется)	5-8
Обычный влажный песок (при сжатии форма держится, ладонь слегка увлажняется)	2-4
Влажный песок (при сжатии песок распадается, слегка чувствуется влажность на ладони)	0,5-2

Комбинация показаний → необходима для корректирования смеси на участке строительства

Записи измеренного влагосодержания (на заводе) вводятся в нижеследующую форму, указанную в Таблице 10-2.

Таблица 10-2 Результаты измерения влагосодержания / контрольный лист: %

	Крупный заполнитель	Речной песок	Дробленый песок
Рано утром			
В полдень			

[Примечание] Вопросы, которые следует учитывать при выборе типа цемента

В качестве цемента обычно используется портландцемент.

Портландцемент ранней прочности эффективен при сокращении периода отверждения или при необходимости раннего открытия движения. Однако состояние реакции отверждения варьируется в зависимости от погодных условий и типов, поэтому, требуется достаточное предварительное изучение.

Смешанный цемент, содержащий шлак обладает такими преимуществами, как долговременное повышение прочности и высокая химическая стойкость. Однако по сравнению с обычным портландцементом, реакция отверждения, а также развитие прочности зачастую бывает медленным. Следовательно, необходим достаточный период влажного отверждения.

2) Транспортировка с бетонного завода

(1) Целевое значение VC

Целевое значение VC на участке УУБП составляет 50 ± 10 секунд. Нужно стремиться на большее значение – 50-55 секунд.

Существует небольшая разница в консистенции между бетонным заводом и строительной площадкой. Вероятно, это связано с тем, что погода становится прохладнее, и на месте нет времени для ожидания. Поэтому целевое значение теста VC должно быть установлено следующим образом.

- ① Когда погода ясная, как летом, VC = 20 секунд (5 сентября 2019 г.)
- ② Когда температура около 30°C или меньше, и погода ясная, VC = около 30 секунд ① (уменьшение объема воды на 3-4 л/м³ с 05.09.2019)
- ③ Когда температура ниже 25°C и облачно (когда близко к погодным условиям ①)

VC: около VC = 40-50 сек. (Количество воды будет уменьшено от ① на 7-8 л/м³)

Поскольку завод не работал 05.09.2019, заполнители извлекались по 1т за раз, однако накопленную жидкость оттуда не смогли слить. Поэтому, образец песка при измерении содержания воды не соответствовал содержанию воды при смешивании бетона, и одна партия была выброшена.

5-сентября 2019 г. бетоносмеситель был сухой, поэтому работы по очистке от бетона и воды, оставшихся в мешалке от заполнителя, не проводились. В следующий раз, это необходимо сделать.

(2) Одна партия замеса

Время замеса одной партии составляет 120 секунд

Время дозирования для одной партии составляет 120 секунд из-за функции заменяемого мотора (разница в скорости вращения).

(3) Количество грузовых автомобилей

Количество отправляемых машин составит не менее пяти по 10м³ грузовиков. Избегайте ожидания грузовика на участке строительства

Распределительная машина не могла успевать, поэтому скорость асфальтоукладчика колебалась. Увеличьте количество грузовиков или организуйте грузовики, которые могут загружать более 5 лотов.

Следует учитывать взаимосвязь между производственной мощностью завода и скоростью отправки, а также скоростью строительства асфальтоукладчика. В частности, необходимо спланировать работу между распределительной машиной и скоростью асфальтоукладчика таким образом, чтобы асфальтоукладчик не прекращал работать, а также избегал использования бетона, консистенция которого слишком сильно изменилась из-за того, что грузовик слишком долго ждал.

Дорога туда и обратно занимает около 30 минут, чтобы транспортное средство отправилось на

площадку и вернулось на завод. + 20 минут для выгрузки на объекте = всего 50 минут. Так как доставка одного грузовика занимает 20 минут, то потребуется от 4 до 5 грузовиков объемом 10м³. Поскольку крайне нежелательно останавливать подачу на асфальтоукладчик, следует подготовить 6 грузовиков. При использовании грузовика с большей грузоподъемностью учитывайте количество единиц и отправку транспортных средств со ссылкой на этот расчет.

(4) Назначение персонала для настройки интервала доставки

Определите одного ответственного за управление на заводе.

Поскольку производительность завода составляет от 25 до 30 м³/ч, скорость работы асфальтоукладчика составляет исходя из ширины 3,5м, толщина 0,2м - $38 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,6 \text{ м}/\text{мин}$. По сути, асфальтоукладчик должен работать со скоростью строительства от 0,6 до 0,7 м/мин. Однако, когда подача бетона может быть прервана, скорость должна быть уменьшена, чтобы не останавливаться настолько, насколько это возможно.

Необходимо подавать бетон так, чтобы асфальтоукладчик не прерывал движение. С другой стороны, если готовый бетон будет стоять в ожидании в жаркую погоду, консистенция может сильно измениться. Если ожидают несколько таких грузовиков, дайте заводу инструкции сделать соответствующий интервал отгрузки. Необходимо определить ответственное лицо для управления и координации отправки, указанной выше.

(5) Процедура управления доставкой бетона с завода на участок

① Перед отправкой

Поскольку в нижней части хранилища материалов могут быть застои воды, следует выбросить примерно первую 1 тонну материала, который будет введен в смеситель.



Измерьте влажность заполнителя (метод прямого огня)



Отрегулируйте количество воды в рецептуре (в материалах), чтобы определить измеренное значение.



Для того, чтобы удалить из смесителя остатки бетона и воды с предыдущей отгрузки, перемешать только заполнители затем удалить.



Сделайте первый замес и проведите VC тест

Если VC тест показал целевое значение, запустить первую часть. В ином случае – отрегулируйте значение дозирования воды в соответствии с корректирующим значением VC.

② Во время транспортировки

Проверьте, не меняется ли влажность в каждом самосвале, методом ощупывания. Если есть маленькие изменения, скорректируйте показатели измерения воды понемногу (примерно 2–3 кг/м³) и сделайте точную коррекцию.

Во время транспортировки необходимо проверить правильную консистенцию и скорректировать показатели измерения воды. Улучшить координацию с операторским помещением, испытательным помещением (группа по проверке агрегата и согласованности УУБП) и стройплощадкой. В частности, необходимо определить представителей в этих трех местах, чтобы они могли тесно

контактировать друг с другом.

УУБП - это бетон с небольшим количеством воды, и необходимо управлять количеством воды, что невозможно с обычным бетоном. В частности, содержание воды в заполнителях (агрегатах) часто меняется каждый момент, и необходимо продолжать отгрузку УУБ однородного качества, одновременно каждый раз осторожно настраивая содержание воды.

[Пример] Количество мелкого заполнителя составляет около 950 кг/м^3 , поэтому, если содержание воды в мелком заполнителе изменяется только на 1%, количество воды изменится на 9,5кг. Это связано с тем, что единичный объем воды в составе УУБ составляет 100 кг/м^3 , поэтому изменяется 10% объема воды. В качестве ориентира для значения VC изменение объема воды на 5 кг/м^3 изменяется в течение 9 секунд, поэтому, если объем воды изменяется на 10 кг/м^3 , значение VC изменяется на целых 18 секунд, поэтому на стройплощадку подается совершенно другой бетон. Это приведёт к повреждениям во время строительства.

VC тест выполняется как можно чаще, однако невозможно выполнить тест ко всем замесам, т.к. на это уходит много времени. Следовательно, кроме испытательной группы, необходим человек, который подтвердит качество УУБ методом ощупывания и даст указание увеличить или уменьшить объем воды.

После подтверждения методом ощупывания руками часто увеличивается или уменьшается объем воды. Например, если она немного сухая, дается инструкция по увеличению количества воды примерно до 2 кг/м^3 . Когда увеличивается или уменьшается на большое количество воды, после таких очевидных перемен, риск изменения качества а также образования ошибок высок. Давайте инструкции, пока количество воды можно корректировать понемногу и вносить незначительные исправления.

В зависимости от результата строительства одной полосы время транспортировки каждого грузовика сильно варьируется, поэтому подготовьте шесть грузовиков объемом 10м^3 .

③ Доставка

- Накрывать борт самосвала влажным материалом и беречь от ветра.
- Предотвратить дополнительное время ожидания на строительном объекте. Время цикла отгрузки определяется днем, а интервал отгрузки корректируется в день, поддерживая тесный контакт с участком.
- Так как это может занять много времени для административных процедур (включая взвешивание) на заводе во время отгрузки, координируйте с заводом, чтобы отгрузка могла быть выполнена в короткие сроки.
- Назначение мокрого мата + защитное покрытие: подавление повышения температуры бетона из-за солнечного излучения и предотвращение испарения бетона. Необходимо подготовить материал, который может покрыть весь бетон и принять меры по защите от ветра.



Фото 10-1 Вид защитного покрытия

А. Оператор на заводе. Содержание работ:

- На основе инструкций менеджера по контролю качества на заводе, вносит изменения показателей весовых значений, производит и отгружает бетон
- Осматривает выгруженный бетон из комнаты взвешивания и визуально осматривает бетон на наличие каких-либо отклонений (слишком мягкий или слишком твердый) и держит связь с менеджером по контролю качества.
- Оказывает содействие в приводящихся испытаниях менеджером по контролю качества. Поставка бетона для испытаний на VC оборудовании и для производства образцов для испытания на изгиб.

В. Менеджер по контролю качества на заводе. Содержание работ:

- Измеряет влагосодержание заполнителей (грубый заполнитель, речной песок, дробленый песок), отображает результаты в заводских показателях весовых значений и сообщает оператору.
- Проведение теста на VC оборудовании, производство образцов для испытания прочности на изгиб
- Проба руками произведенного бетона (Необходимо обучить этому кого-то)
- Держать связь с участком строительства

С. Менеджер участка строительства. Содержание работ:

- Проба руками прибывающего бетона (Сообщать результаты на завод)
- Оценка и определение состояния укладки и уплотнения (результаты сообщать заводу)
- Оценка и определение состояния укладки и уплотнения (согласовывая с оператором асфальтоукладчика)
- Оценка конечного результата укладки → по необходимости сделать замечание рабочим исправить
- Проверка способа уплотнения (Участки, где прошелся пневмокоток, не уплотняются виброкатком)
- Инструктаж о способе выдержки и отверждения (Начало, способ распыления воды)
- Инструктаж и проверка вырезки швов



Фото 10-2 Загрузка бетона в самосвал

Существует два типа бетоносмесителей на заводах: лотковый тип и тип мельницы с принудительной двухосной мешалкой. При возможности, желателен двухосевой тип мельницы.

Количество смешиваемой смеси составляет около 2/3 от номинальной производительности в мешалке принудительного двухосного типа, а время перемешивания составляет около 90 секунд. Производственная мощность составляет около 75-50% от обычного бетона. Кроме того, при погрузке бетона на самосвал, необходимо следить, чтобы он равномерно загрузился в контейнер. В этой конструкции объем смешивания составляет 1 м³/партия, время смешивания составляет 120 секунд, грузоподъемность самосвала 10 м³/самосвал. Изображение погрузки бетона на самосвал показано на фото 10-2.

(6) Бетонный завод

① Проверка/оценка консистенции показателем VC через испытание на VC оборудовании (2 раза в день: до обеда, после обеда)

Проверка/оценка коэффициент уплотнения: коэффициент уплотнения маленький → бетон твердый
(Для справки: Пример применения значения VC)

Нет ли отклонений от показателей, определенных при тестовом строительстве?

Хорошо:

Нехорошо:

Контрольная таблица для теста VC показана в таблице 10-3.

Таблица 10-3 Контрольная таблица для теста VC

	Показатель VC (пример: 30±10сек.) (сек.)	Коэффициент уплотнения (более 95%) (%)
С утра пораньше		
В обед пораньше		

② Если согласны с вышеуказанным - можно вывозить (при необходимости, возможны мелкие корректировки)

Если значение VC чуть меньше определённого значения при тестовом строительстве- значит бетон слишком мягкий- уменьшить количество воды, если значение больше – бетон слишком жесткий
→ увеличить количество воды

③ Производство, выдержка и проверка 4-х недельной прочности образцов на изгиб для проверки прочности бетона (один раз в день, по 3 образца)

Строгое соблюдение запланированного маршрута и времени транспортировки (до 1 часа с момента окончания замешивания бетона до начала уплотнения большого вибрационного катка)

Проверка консистенции бетона, поступившего на площадку строительства дорожного покрытия

(оценка ощупыванием) → Сообщить заводу

Хорошее выравнивание: значение VC от 40 до 60 секунд. Сожмите рукой бетонную смесь - какая форма откроется, когда вы разожмёте пальцы:

Форма не разрушается → Избыток воды → Немного задержать начало укладки

Форма разрушается → недостаточная влажность → Возвратить бетон

Выбор модели асфальтоукладчика

Важно выбрать модель, которая максимизирует плотность во время укладки. Схема типов трамбовщиков для УУБП указан на Рисунке 10-1.

- Большой тип
- Винтовой разбрасыватель: $\varnothing 30\text{см}$ или более
- Выглаживающая плита: метод уплотнения; TTV или TV, ход трамбующего бруса: 4мм
- Устройство движения: желательно использовать гусеничный тип, но там, где радиус поворота не имеет значения, при большом асфальтоукладчике возможен и колесный тип.

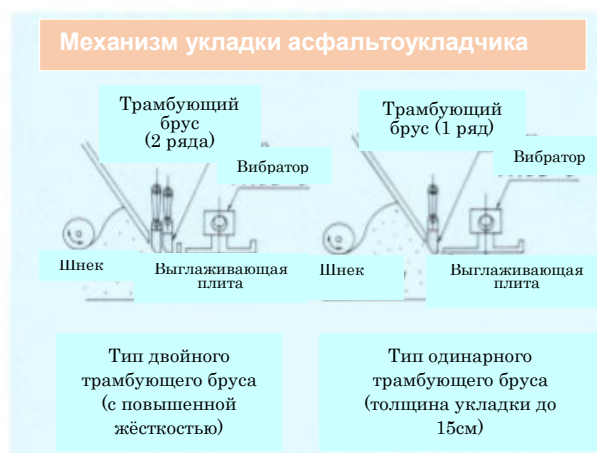


Рисунок 10-1 Типы трамбовщиков для УУБП

В данной конструкции планируется применять ABG Titan7820, который также применялся при тестовом строительстве.



Фото 10-3 Использованный асфальтоукладчик марки ABG Titan 7820 (TV типа)

Кроме того, разделение материала может происходить в центральном соединении винтового шнека. Чтобы этого избежать, эффективно прикрепить перегородку, например, резиновую, чтобы УУБ не двигался, как это показано на следующих Фото 10-4 и Рисунке 10-2.



Фото 10-4 Применение резиновой перегородки



Рисунок 10-2 Сцепка комбинированного типа



Фото 10-5 Перегородки, изготовленные в Проекте

Перегородки, сделанные в этом проекте, показаны на фото 10-5.

4. Укладка УУБП на строительном участке

(1) Менеджер на участке строительства дорожного покрытия: Имя

Содержание работы:

- ① Подготовка к дорожному покрытию: проверка поверхности дорожного покрытия, опалубки и мелких рабочих элементов (сита, граблей, виброплиты и т. д.)
- ② Заказ бетона (количество, время прибытия) (особенно в конце, проверьте оставшееся количество перед заказом)
- ③ Проверка, работает ли машина нормально на холостом ходу
- ④ Подтверждение настроек асфальтоукладчика (количество переполнения, настройки трамбовщика / вибрации)
- ⑤ Проверка на ощупь прибывшего бетона (подтвердите с экспертом и свяжитесь с заводом)
- ⑥ Оценка состояния выравнивания и уплотнения
- ⑦ Согласование с экспертами и операторами асфальтоукладчиков (Посоветуйтесь с экспертами и свяжитесь с менеджером по качеству на заводе)
- ⑧ После оценки отделки (волны, сдвиги и т. д.) проинструктируйте работников вносить исправления по мере необходимости

⑨ Проверка метода прокатки

[Примечание] Части, уплотнённые пневмокатком, нельзя уплотнять вибрационным катком.

Кол-во (раз) уплотнения виброкатком: 4-6 раз

Кол-во (раз) уплотнения пневмокатком: 4-6 раз

⑩ Инструкция метода отверждения (время начала, метод полива)

⑪ Инструкция и подтверждение резки швов

(2) Начало укладки (Прогрев асфальтоукладчика, более 1 часа)

Во время прогрева проверить трамбовочный брус, вибратор, открытие / закрытие лотка, вращение питателя прутка, вращение винтового шнека и, как только начинается укладка, делать это последовательно. (При Фазе I, укладка на начальной точке была сделана без действия трамбовщика, поэтому были проблемы с обеспечением соответствующей плотности и свойств поверхности.

Если машина находится в плохом состоянии, немедленно свяжитесь с бетонным заводом и примите меры, чтобы прервать производство бетона.

1) Подготовка к выравнивающей работе

Поскольку в уплотненном бетоне содержится небольшое количество воды, важно предотвратить высыхание поверхности дорожного полотна. Полив дорожного полотна необходим (в частности, в тоннеле не требуется, однако даже при поливе, нельзя доводить до уровня, чтобы поверхность совсем не высыхала). Также проверьте бегущую линию укладчика и устройство автоматической регулировки высоты нивелирования. Опалубка фиксируется таким образом, чтобы она не двигалась во время выравнивания и уплотнения бетона. (Особенно, при вибрации или сдвигах во время прокатки, это может привести к шероховатости поверхности и боковых частей (раковины) и недостаточной плотности.

2) Свяжитесь / сообщите менеджеру по качеству бетонного завода относительно состояния выравнивания и прокатки.

Состояние готовой поверхности после выравнивания и прокатки (Оценить поверхность как хорошую / плохую по тестовому строительству)

Образование микротрещин сопротивления на поверхности укладки, плохая плоскостность поверхности (небольшие волны): слишком мягкая консистенция.

[Примечание] Несмотря на то, что избыточная толщина распределения определяется результатом тестового строительства, сейчас определим, как 20% (4см).

Высоту базы определим, как постоянную.

Высота дорожного полотна будет зафиксирована на уровне 20см, а уменьшение уплотнения при прокатке составит 4см. (24см $\Rightarrow$ 20см)

Если высота дорожного полотна изменится, это сильно повлияет на неровности бетонной поверхности, поэтому необходимо сделать дорожное полотно так, чтобы толщина бетона была постоянной – 20см.

3) Выравнивание:

В асфальтоукладчике выравнивание постоянное на низкой скорости (от 0,6 до 0,7 м/мин). Скорость вращения винтового шнека, который распределяет бетон перед стяжкой, постоянна, а выравнивание должно проводиться без неровностей (неравномерность укладки вызывает небольшие волны и шероховатые поверхности).

4) Работы по распределению и выравниванию

① Подготовка

Поскольку уплотненный бетон содержит небольшое количество воды, важно предотвратить высыхание поверхности дорожного полотна. В случае необходимости нужно поливать дорожное полотно (особенно в туннеле, однако, следить, чтобы не переусердствовать с поливом до того состояния, когда поверхность не будет высыхать). Также проверять линию движения асфальтоукладчика и устройство автоматической регулировки высоты нивелирования. Опалубка фиксируется таким образом, чтобы она не двигалась во время выравнивания и уплотнения бетона. Особенно, если он вибрирует или движется во время прокатки, это приводит к шероховатой поверхности, шероховатой боковой поверхности (раковина) и недостаточной плотности. Фото 10-6 показывает вид установки опалубки в 2010г.



Фото 10-6 Состояние установки опалубки 2010года, 2010

② Работа лопатой

Работа лопатой на левой и правой сторонах асфальтоукладчика представляет собой регулирование избытка и недостатка в шнеке. Когда по сторонам есть конструкция или опалубка, особенно требуется также следующая работа. Предварительно разместить материал на краю опалубки и потоптать ногами, для предотвращения образования раковин вокруг опалубки. В это время необходимо топтать так, чтобы сформировать треугольник. Изображение рабочего с совковой лопатой показано на Фото 10-7.



Фото 10-7 Изображение работника с совковой лопатой

③ Управление дорожным покрытием

Под руководством 1 дорожного работника определите 2 рабочих для сита, 2 для катка и 2 для работы с лопатами.

После конечной обработки, могут образоваться мелкие отверстия такие как выбоины, а при хорошей погоде, на поверхности появляются неровности и волнообразные метки. Необходимо просеивать бетон с помощью сита и распределять его по поверхности. Необходимо планировать просеивание через сито по всему покрытию строительной площадки.

В этом случае требуется два работника. Круглое сито, которое можно носить отдельно - более эффективно. Можно использовать моноциклы. Необходимо определить ответственных рабочих.

Тщательное уплотнение катком или чем-то подобным одновременно с просеиванием, важно для корректирования шероховатой части поверхности (где содержание раствора мало и крупный заполнитель оголяется). В частности, из-за сдвигов либо вибрации опалубки кромки дорожного покрытия могут быть недостаточно выровнены и уплотнены асфальтоукладчиком. В этом случае, эти участки должны быть тщательно уплотнены с помощью малого катка либо виброплиты.

Скорость выравнивания асфальтоукладчика необходимо балансировать с поставкой УУБ, так, чтобы асфальтоукладчик не останавливался (это станет одной из больших причин поверхностных волнообразований).

На поверхность выравнивания асфальтоукладчика распределяется раствор (прошедшие через сито 6–8мм), который также заполняется в углубления резиновыми граблями и двигается одновременно с асфальтоукладчиком. Это делается не только с целью распределения и выравнивания текстуры на поверхности, а еще для того, чтобы в достаточной степени заполнить строительным раствором углубления, где УУБ оголился вследствие сопротивления при укладке и сдвигов из-за вмешательства трамбовщика. Поэтому, слой нельзя делать толстым. Если толщина увеличивается, на поверхности остается слой раствора, который может вызвать отслаивание из-за прилипания к катку, и количество ряби увеличивается.



Фото 10-8 Работы, выполняемые ситом и резиновой гладилкой

Поверхность раствора, где прошли ситом, не должна иметь неровностей, а выравнивать можно с помощью гладилки или веника. Изображение работы на сито и на граблях показано в Фото 10-8.

Поскольку местный климат сухой, укладываемая поверхность асфальтоукладчика быстро высыхает. В этом случае принимаются такие меры как распыление воды на поверхность покрытия, параллельно с просеиванием раствора через сито (использовать можно распылитель для сельскохозяйственных химикатов) (Фото 10-9).



Фото 10-9 Распылитель воды

④ Края дороги

Отрегулируйте края гладилкой и т.д. и уплотнить поверхность виброплитой, вид которой показан на Фото 10-10.



Фото 10-10 Виброплита

⑤ Шероховатые части поверхности

Если во время уплотнения обнаружатся места со скоплением частиц крупного заполнителя, необходимо снова нанести раствор сразу после укладки. При этом, если зона крупных частиц широко распространена толстым слоем, разрыхлить шероховатую часть и устранить половину крупного заполнителя, затем наполнить раствором до подходящей зернистости, смешать и выровнять с помощью гладилки. Если шероховатая поверхность распространена, необходимо почистить ее киркой или граблями, а затем заменить ее новым материалом, сгладить гладилкой и т. д.

⑥ Проведение контроля работы виброкатка

Определите одного ответственного лица, который будет контролировать работу виброкатка.

- Перед большим виброкатком лучше поставить небольшой каток весом от 2 до 4 тонн. Необходимо регулировать так, чтобы каток проходил сразу после запуска асфальтоукладчика.
- Обработка кромок и раковин (шероховатой поверхности) должны проводиться незамедлительно, чтобы можно было запустить виброкаток в течение 60 минут после смешивания и отгрузки бетона.
- Виброкаток необходимо продвигать от центра полосы. Точка возврата должна быть зигзагообразная, а регулировку ширины необходимо сделать тщательно, чтобы не оставлять

следов.

- Вибрационный каток: в хорошую погоду - от 1 до 2 поездки туда и обратно без вибрации, 2 поездки туда и обратно со слабой вибрацией, от 2 до 3 поездок туда и обратно с сильной вибрацией для обеспечения плотности.
- Не трогать дверцу бункера асфальтоукладчика (не открывать/закрывать) (примерно до 100м). Оставшийся бетон использовать для строительных швов.
- В ясную погоду разбрызгивать воду при конечном уплотнении пневмокатком.



Фото 10-11 Виброкатки VR: AMMANN AU-115-2 (11.6 тонн) (справа)



Фото 10-12 Пневмокатки

Если крупный заполнитель поднимается на поверхность во время уплотнения виброкатка,

→ Ускорить начало вибрации, уплотнять с распылением воды из пневмокатка

→ Точно настроить измеренные значения на заводе при необходимости

[Примечание] Конечное уплотнение проводится с распылением воды из пневмокатка. Когда виброкаток проходит через место, где пневмокаток прошелся, распыляя воду, к вальцам прилипает раствор и поверхность отслаивается. Поэтому, для того, чтобы большой виброкаток и пневмокаток не уплотняли друг за другом, необходимо их разделение цветным конусом. Более эффективно бывает, если эту работу делает сам оператор катка, чем обычный рабочий. Работа распылителя пневмокатка должна быть улучшена, однако параллельное распыление воды рабочими также должно выполняться (см. Фотографию распылителя воды в разделе по поверхности укладки).

[Приложение] Необходимые пункты при уплотнении

Процедура уплотнения УУБП (включая способ использования катка)

- Шаг 1: Выравнивание с помощью асфальтоукладчика

Слева и справа от стяжки асфальтоукладчика размещается ковш, чтобы регулировать избыток и недостаток шнека и заполнить конец опалубки. Аккуратно заполните, чтобы не было зазора на краю опалубки, чтобы не было перемычек на стороне, контактирующей с опалубкой.

- Шаг 2: Работы по просеиванию свежего раствора через сито и работы с гладилками
После того, как асфальтоукладчик проходит, раствор распределяется по периметру и выполняются работы с гладилками.

- Шаг 3: Начальное уплотнение катками (сначала уплотнение 2-х или 4-х тонным катком)
Первый прокат выполняется примерно в 2 круговых поездках от центра дороги. По ситуации, можно добавить количество поездок. Если обнаружится неуплотненная область или шероховатая поверхность во время первоначальной прокатки, нужно просеять свежий раствор бетона через сито и уплотнить катком заново.

- Шаг 4: Уплотнения краев
Сразу после начального уплотнения катком либо одновременно с ним, краевые части уплотняются с помощью плиты (или ручного катка). В частности нужно просеивать свежий бетон через сито, устраняя шероховатую поверхность на краях.

- Шаг 5: Вторичная прокатка
Уплотнение большим виброкатком. Количество прокатки в основном составляет 2 раза без вибрации и 4 раза и более с вибрацией. Измените количество соответствующим образом.

- Шаг 6: Окончательное уплотнение (более 2 поездок туда-обратно)
Окончательное уплотнение проводится с помощью пневмокатка, чтобы обеспечить гладкость и ровность дорожного покрытия. Оно выполняется одновременно с распылением воды и самой техникой и рабочими силами для обеспечения гладкости и ровности поверхности дороги.

- Шаг 7: Уплотнение малым катком (при необходимости)
После окончательного подтверждения дорожного покрытия, при необходимости, через сито на шероховатые поверхности, углубления и т.д. накладывается УУБ и уплотняется с помощью малого катка.

Кроме того, небольшие порции УУБ (лопатой) на углубления может вызвать отслаивание после строительства, поэтому они надежно уплотняются малым катком.

- Шаг 8: Окончательная отделка пневмокатком (более одного кругового объезда)
Отделка всей поверхности с помощью пневмокатка с распылением воды самой техникой и рабочими.

⑦ Уход за бетоном



Фото 10-13 Уход за бетоном

Уход за бетоном длится 1 неделю, общий вид показан на Фото 10-13.

Аккуратно поливать со стороны линии дорожного покрытия, чтобы материал не помялся.

Период мокрого отверждения должен длиться более одной недели. Вода должна быть аккуратно распылена со стороны дорожного покрытия без переворачивания материала, а затем покрыта виниловой клеенкой или брезентом также без изгибов в течение периода отверждения (особенно края тканей, брезента, перекрывающиеся части).

В зимнем строительстве, если температура наружного воздуха падает ниже точки замерзания в течение периода отверждения, бетон будет подвержен первоначальным повреждениям от замерзания, и требуемое качество не может быть обеспечено. В качестве контрмер, можно привести пример временного установления крыши из брезента, покрывающего материал и клеенку на дорожной поверхности и обеспечивающего условия подачи тепла (дизельные пушки, строительные обогреватели). На Фото 10-14 показан пример термического отверждения.



Фото 10-14 Пример термического отверждения

(3) Устройство швов

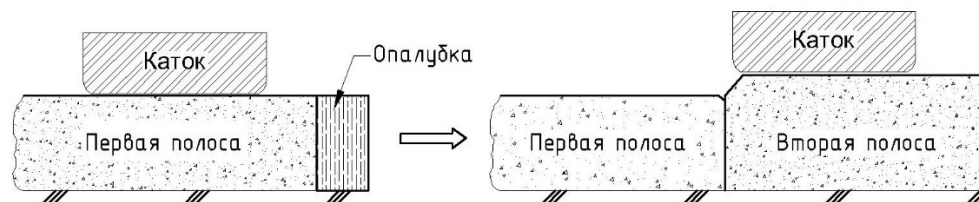


Рисунок 10-3 Схема вырезки швов с опалубкой

Перед укладкой через выравнивающую плиту асфальтоукладчика, придавить бетон лопатой, потоптать ногами. Однако при образовании раковин на краях после демонтажа опалубки, перед

началом укладки соседней полосы, необходимо отремонтировать поверхность цементным раствором. Поскольку вышеупомянутая шероховатая поверхность (раковины) может также возникать на обочине дороги, укладывать примерно на 10см больше проектной ширины и, в конце срезать и удалить до проектной ширины. Схема надреза швов показаны на Рисунке 10-2 и 10-3.

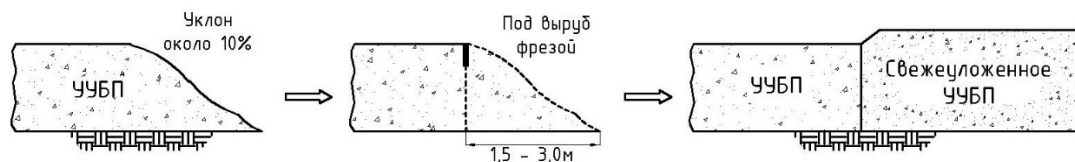


Рисунок 10-4 Строительство стыкового соединения

(Деревянная опалубка $h = 20\text{см}$ должна быть прикреплена к дорожному полотну штырями)

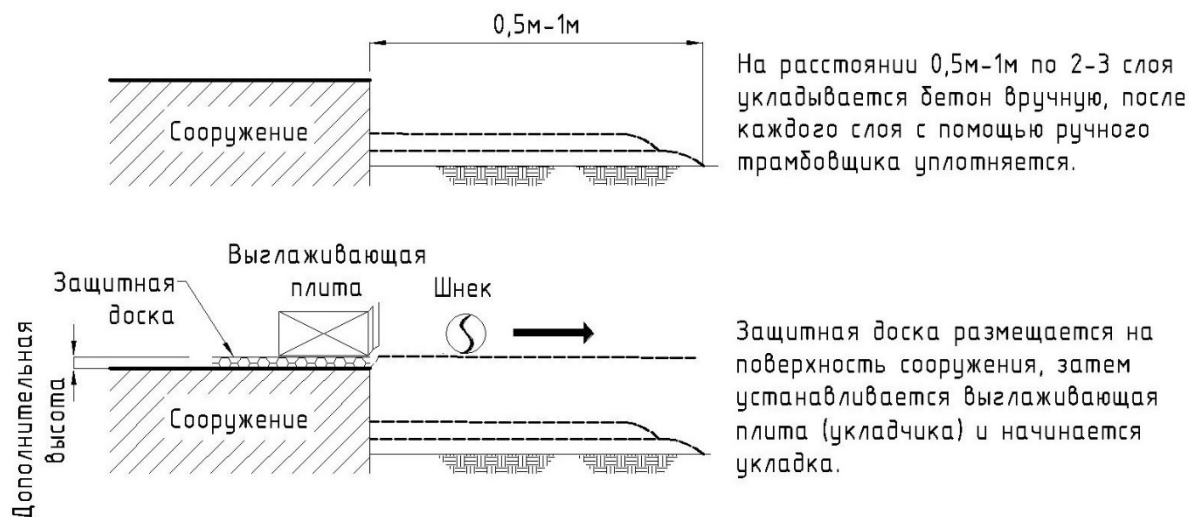


Рисунок 10-5 Строительство начальной точки

Вызетка швов (интервал 4 м), заполнение шовным наполнителем.

(4) Меры против начальных температурных трещин:

Начальная вырезка: для предотвращения начального температурного растрескивания (вызывая начальное температурное растрескивание).

Утром после укладки режутся одним лезвием (4м) (требуется 2 резака).

После отверждения выполнить повторную вырезку с двумя лезвиями в заданном положении, а после очистки и сушки водой заполнить соединительным материалом. Период отверждения 1 неделя или более



Фото 10-15 Проведение вырезки швов

5. Встреча за день до

- За день до строительства, как минимум участники со стороны данного проекта а также строительной компании должны обсудить и подтвердить пункты, описанные здесь, и другие вопросы, которые будут обсуждаться для строительства.
- Учитывая прогноз погоды на следующий день, согласовать возможность / невозможность проведения строительных работ УУБП
- Проверить высоту штырей для крепления опалубки (не прикасаться к датчику регулировки высоты асфальтоукладчика)

Поскольку на заводе замешивают около 2 партий, везут примерно 15 минут, 30 минут, 45 минут на грузовике и сравнивают колебания значений VC до и после каждого запуска, а затем принимается значение VC перед транспортировкой, чтобы достичь целевого значения VC после транспортировки равным примерно 50 ± 10 .

Условия формулировки УУБП

- 1) Компоненты проектирования
 - ① Используемый бетонный завод: Кум-Шагыл
 - ② Расчетная прочность на изгиб: 4,4 МПа (после 28 дней отверждения)
 - ③ Объем цемента: 310-330 кг/м³
 - ④ Коэффициент мелкого заполнителя $s/a = 45\%$
 - ⑤ Используемый материал: крупный заполнитель: щебень G максимум 20мм
 - ⑥ Мелкий заполнитель: Дробленый песок: Речной песок = 50/50
 - ⑦ Цемент: М400
 - ⑧ Добавка: BASF Pozzolith Micro Air 200
- 2) Пример подбора состава смеси показан в Таблице 10-4.

Таблица 10-4 Пример подбора смеси

№	W/C (%)	s/a (%)	(кг/м ³)				Доб (кг)
			Вода	Цемент	Песок	Гравий	
Подбор состава(1)	35,5	45	110	310	948	1191	0,93
Подбор состава(2)	33,3	45	110	330	940	1181	0,93

Поэтапное строительство стыков УУБП и асфальтового покрытия (см)

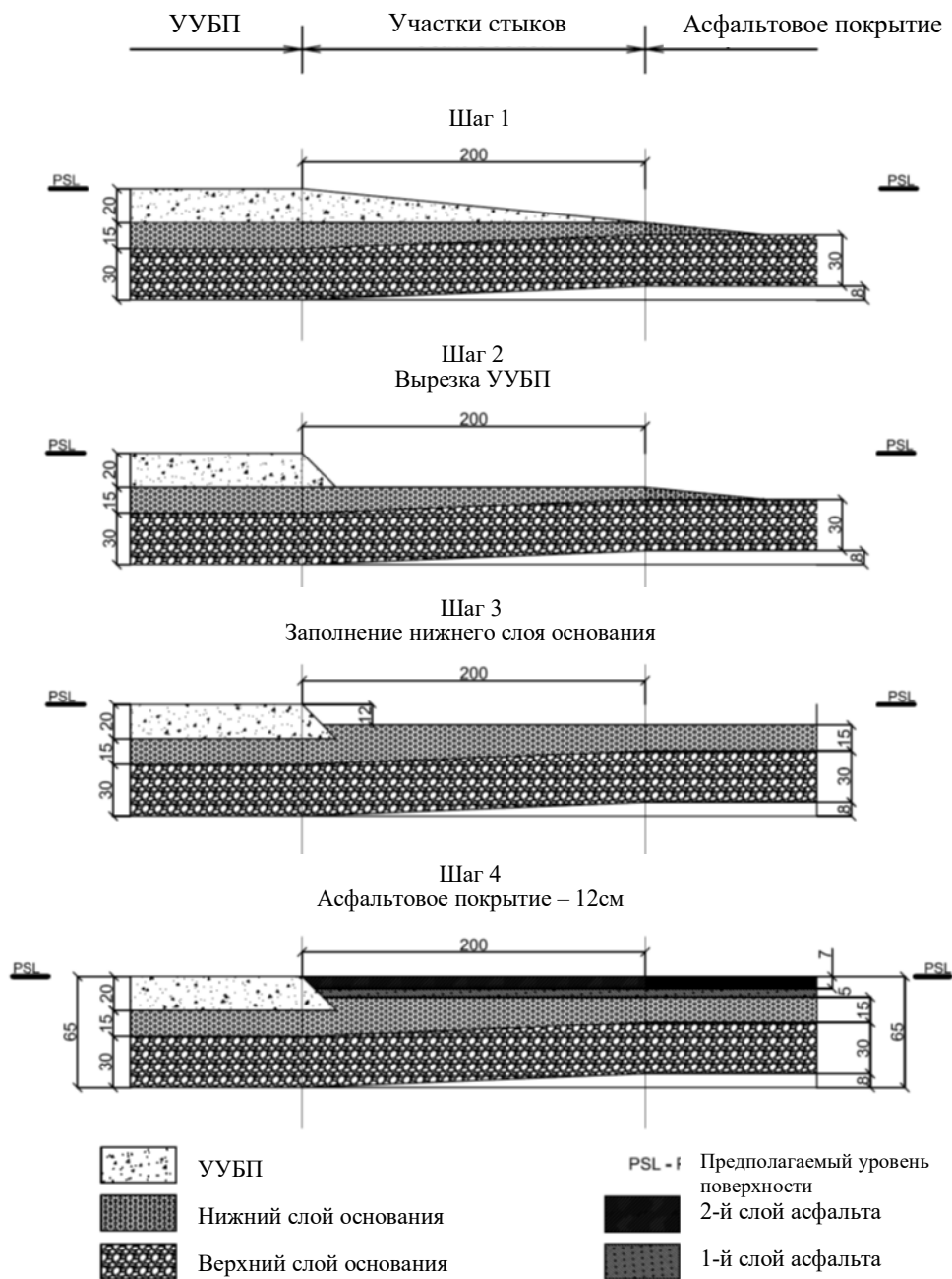


Рисунок 10-7 Поэтапное строительство стыков УУБП и асфальтового покрытия (см)