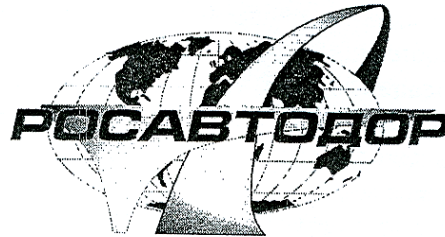


ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ



**ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ШВЫ МОСТОВЫХ
СООРУЖЕНИЙ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)**

МОСКВА 2012

Предисловие

1. РАЗРАБОТАН ООО «Деформационные швы и опорные части».
2. ВНЕСЕН Управлением эксплуатации и сохранности автомобильных дорог Федерального дорожного агентства Министерства транспорта Российской Федерации.
3. ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ распоряжением Федерального дорожного агентств Министерства транспорта Российской Федерации от 07.08.2012 № № 561-р
4. ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР

Содержание

1.	Область применения.....	1
2.	Нормативные ссылки.....	1
3.	Термины и определения.....	3
4.	Обозначения и сокращения.....	4
5.	Классификация конструкций деформационных швов и их основные параметры (свойства).....	6
6.	Особенности проектирования конструкций деформационных швов	18
6.1	Основные положения, учитываемые при разработке новых конструкций деформационных швов	18
6.2	Определение перемещений концов пролётных строений	26
6.3	Особенности расположения конструкций деформационных швов в конструкциях пролётных строений при проектировании	40
7.	Рекомендации по монтажу конструкций деформационных швов	43
7.1	Устройство швов с металлическим компенсатором	43
7.2	Устройство швов закрытого типа с щебёночно-мастичным заполнением	47
7.3	Устройство швов с резиновыми компенсаторами	49
7.4	Устройство швов со скользящими стальными листами и плитами	53
8.	Рекомендации по содержанию и ремонту деформационных швов	55
8.1	Общие положения	55
8.2	Работы по содержанию и ремонту конструкций деформационных швов закрытого и заполненного типа и швов с мастичным заполнением	57
8.3	Работы по содержанию и ремонту деформационных швов с резиновыми компенсаторами и швов перекрытого типа	63
8.4	Замена конструкций деформационных швов при ремонте пролетных строений	69
	Приложение А. Материалы, применяемые в деформационных швах	72
	Приложение Б. Пример определения расчётных перемещений конструкций деформационных швов и установочного размера.....	76
	Приложение В. Состав работ по содержанию и ремонту деформационных швов закрытого и заполненного (с мастичным заполнением) типов.....	81
	Библиография	84

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

**ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ШВЫ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ
НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ****1 Область применения**

1.1 Настоящий отраслевой дорожный методический документ (далее – методический документ) содержит рекомендации по классификации, конструированию, расчёту, использованию при проектировании, установке конструкций деформационных швов, применяемых в мостовых сооружениях на автомобильных дорогах Российской Федерации.

1.2 Положения настоящего методического документа предназначены для применения организациями, выполняющими работы по разработке (включая исследования) конструкций деформационных швов (далее – КДШ), проектированию и изготовлению КДШ, а также работы по их применению при строительстве и ремонте мостовых сооружений.

2 Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 262-93 (ИСО 3479) Резина. Определение сопротивления раздиру (раздвоенные, угловые и серповидные образцы).

ГОСТ 263-75 Метод определения твердости по Шору А.

ГОСТ 270-75 Резина. Метод определения упругопрочностных свойств при растяжении.

ГОСТ 2590-2006 Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент.

ГОСТ 2678-94 Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Методы испытаний.

ГОСТ 2889-80 Мастика битумная кровельная горячая. Технические условия.

ГОСТ 5582-75 Прокат тонколистовой коррозионно-стойкий, жаростойкий и жаропрочный. Технические условия.

ГОСТ 5781-82 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия.

ГОСТ 6713-75 Сталь углеродистая и низколегированная конструкционная – для мостостроения.

ГОСТ 7912 Метод определения температурного предела хрупкости.

ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных пород для строительных работ. Технические условия.

ГОСТ 8509-86 Уголки стальные горячекатаные равнополочные.

ГОСТ 8736-93 Песок для строительных работ. Технические условия.

ГОСТ 8829-94 Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытания нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости.

ГОСТ 9029-74 Единая система защиты от коррозии и старения. Резины. Методы испытаний на стойкость к старению под действием статической деформации сжатия.

ГОСТ 9715-86 Материалы полимерные. Единая система защиты от коррозии и старения.

ГОСТ 11506-73 Битумы нефтяные. Метод определения температуры размягчения по кольцу и шару.

ГОСТ 11507-78 Битумы нефтяные. Метод определения температуры хрупкости по Фраасу.

ГОСТ 13808 Резина. Метод определения морозостойкости по эластическому восстановлению после сжатия.

ГОСТ 14759-69 Клеи. Метод определения прочности при сдвиге.

ГОСТ 14925-79 Каучук синтетический цис-изопреновый. Технические условия.

ГОСТ 19281-89 Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия.

ГОСТ 22245-90 Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия.

ГОСТ 25945-98 Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие нетвердеющие. Методы испытаний.

ГОСТ 26589-94 Мастики кровельные и гидроизоляционные. Методы испытаний.

ГОСТ 26633-91 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.

ГОСТ 30740-2000 Материалы, герметизирующие для швов аэродромных покрытий. Общие технические условия.

ГОСТ 31015-2002 Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия.

ГОСТ Р 52128-2003 Эмульсии битумные дорожные. Технические условия.

СП 35.1330.2011. Свод правил. Мосты и трубы.

EN 10025-1:2004 Горячекатаная продукция из конструкционных сталей.

3 Термины и определения

В настоящем методическом документе применены следующие термины с соответствующими определениями:

1 Конструкция деформационного шва: конструктивный элемент мостового полотна, перекрывающий или заполняющий зазор между пролётными строениями или между пролётным строением и опорой, не препятствующий их взаимным перемещениям, связанный анкерными устройствами с несущей конструкцией пролётных строений и опор моста и передающий на них усилия от взаимодействия транспортных средств, температуры и других факторов.

2 Окаймление деформационного шва: элементы конструкции деформационного шва, окаймляющие в зазоре контуры сопрягаемых конструкций (дорожную одежду на сооружении, торец пролётного строения, грань головной части опоры или шкафной стенки устоя), заанкеренные в них и предназначенные для восприятия усилий от перекрывающих зазор элементов и предохранения окаймляемых элементов конструкции от разрушения при воздействии транспортных средств.

3 Заполнение деформационного шва: элемент конструкции деформационного шва, заполняющий зазор в уровне проезжей части.

4 Компенсатор: элемент конструкции деформационного шва, за счёт деформации которого обеспечивается компенсация перемещений концов пролётного строения и сохраняется герметичность швов.

5 Мастика: смесь минерального порошка (наполнителя) с битумом или дёгтем в горячем и холодном состоянии (основа), применяемая для заполнения температурных (деформационных) швов и трещин (щелей). В зависимости от основы и наполнителя различают мастики: резино-битумная, битумно-полимерная, полимерно-битумная и др.

6 Дренаж: элемент одежды ездового полотна, обеспечивающий быстрый отвод воды из слоёв одежды и состоящий из дренажного канала, дренирующего материала и дренажных трубок.

7 Полотно мостовое – совокупность всех элементов, расположенных на плите проезжей части пролетных строений, предназначенных для обеспечения нормальных условий и безопасности движения транспортных средств и пешеходов, а также для отвода воды с проезжей части. Включает одежду ездового полотна, тротуары, ограждающие устройства, устройства для водоотвода, обогрева и освещения, деформационные швы и сопряжение моста с подходами.

4 Обозначения и сокращения

В настоящем методическом документе применены следующие обозначения и сокращения:

а) Обозначения

Δ — предельные перемещения для той или иной конструкции шва;

Δ' , Δ'' — допустимые перемещения на материал заполнения при снижении или повышении температуры воздуха;

$\Delta_{т,пр}$; $\Delta_{т,поп}$; $\Delta_{т,верт}$ — расчетные перемещения концов пролетных строений в трех плоскостях от температурных изменений;

$\Delta_{п,пр}$; $\Delta_{п,поп}$; $\Delta_{п,верт}$ — то же, от постоянных нагрузок;

$\Delta_{вр,пр}$; $\Delta_{вр,поп}$; $\Delta_{вр,верт}$ — то же, от временной нагрузки;

$\Delta_{б,пр}$; $\Delta_{б,поп}$; $\Delta_{б,верт}$ — то же, от усадки и ползучести бетона;

a_{max} — максимальный зазор между элементами КДШ в уровне покрытия;

a_{min} — минимальный зазор между элементами КДШ в уровне покрытия;

$a_{з(y)}$ — ширина зазора в момент заполнения зазора (установки КДШ);

b — ширина конструкции шва;

T_{max} — наибольшая нормативная температура воздуха;

T_{min} — минимальная нормативная температура воздуха;

$T_{з(y)}$ — температура воздуха при заполнении зазора (установка КДШ);

ϵ — относительное удлинение материала при растяжении;

m — коэффициент условия работы мастичного заполнения;

R_r — усилие, приходящиеся на горизонтальный анкер (выпуск арматуры);

R_v — усилие, приходящееся на вертикальный анкер (выпуск арматуры);

$P (H)$ — вертикальное (горизонтальное) усилие от подвижной нагрузки, приходящейся на КДШ;

$\Delta_{прод}$, $\Delta_{поп}$ — продольные и поперечные перемещения концов пролетных строений в горизонтальной плоскости;

Δ_v — вертикальное перемещение конца пролетного строения;

$\alpha_{прод}$, $\alpha_{поп}$ — угол поворота торца балки в продольной и поперечной плоскости (по отношению к оси пролетного строения);

L , B — длина и ширина пролетного строения;

α_T — коэффициент температурного линейного расширения;

s_i — жесткость i -той опорной части;

$G_{ст}$ — статический модуль сдвига резины в опорной части;

F_i —площадь резиновой опорной части (РОЧ);

h_p —толщина резины в РОЧ;

f_1 —величина горизонтального смещения верха опоры;

f_2 —величина горизонтального смещения РОЧ;

δ_n, δ_e —деформации ползучести в нижних и верхних волокнах железобетонных плит;

σ^b —напряжения в бетоне;

C_n —предельное значение деформации ползучести;

g —ускорение свободного падения;

γ – коэффициент надёжности.

$1+\mu$ – динамический коэффициент

б) Сокращения

1 РОЧ – резиновая опорная часть;

2 ППР – планово-предупредительный ремонт;

3 КДШ – конструкция деформационного шва;

4 РМП – резино-металлическая плита;

5 ДШ-ПС – конструкция деформационного шва перекрытого типа (П) с плоским скользящим (С) стальным листом;

6 ДШ-ПС-С – то же со скошенным (С) скользящим (С) стальным листом;

7 ДШ-ПС-СП – то же с плавающим (П) скошенным (С) скользящим (С) стальным листом или плитой;

8 ДШ-ПГ-К – конструкция деформационного шва перекрытого типа (П) с гребённым (Г) консольным (К) листом (плитой);

9 ДШ-ПГ-С – то же с гребённым листом (Г) скользящим (С);

10 ПГ-СП – то же с гребённым листом (Г)скользящим (С) плавающим (П);

11 СКР – строительный климатический район;

12 ДШ-З – конструкция деформационного шва закрытого типа с непрерывным асфальтобетонным покрытием;

13 ДШ-ЗА – то же, с армированным асфальтобетоном;

14 ДШ-З-ЩМ – то же, с щебеночно-мастичной вставкой;

15 ДШ-З-ЩМ-О – то же, с окаймлением, установленным по концам пролетных строений;

16 ДШ-МЗ-А – шов с мастичным заполнением в уровне асфальтобетона;

17 ДШ-МЗ-Ц – то же, при цементно-бетонном покрытии;

18 ДШ-МЗ-О – то же, с окаймлением кромок шва;

19 ОП-ДШ-35 (55,70 ...) – конструкция однопрофильного деформационного шва с резиновым компенсатором перемещением до 35, 55, 70 (и т.д.) мм;

20 ОП-ДШ -70(б) – конструкция однопрофильного деформационного шва с болтовым креплением резинового компенсатора,

или – 35, 55(з) конструкция однопрофильного деформационного шва с креплением резинового компенсатора заклиниванием,

или - 70(зп) конструкция однопрофильного деформационного шва с запасовкой резинового компенсатора;

21 МП-ДШ-100 (140, 150 ... 1100) – конструкций многопрофильного деформационного шва с двумя и более компенсаторами с суммарным перемещением 100 (140,150 ...1100) мм.

5 Классификация конструкций деформационных швов и их основные параметры (свойства)

Классификация КДШ касается лишь класса конструктивных решений, используемых в мостовых сооружениях автомобильных дорог, и предусматривает группировку конструкций (конструктивных решений) по различным видовым признакам. В качестве основного видового признака, разделяющего конструктивные решения на типы конструкции, принят способ перекрытия зазора между концами пролётного строения или концом пролётного строения и опорой. По способу перекрытия зазора КДШ подразделяются на следующие типы:

- открытый – зазор (шов) открыт и в пространство между торцами пролётных строений свободно попадает вода, грязь и различные предметы (на мостовых сооружениях дорог Российской Федерации подобные конструкции не нашли применения из-за необходимости их ежедневной очистки);

- закрытый – зазор закрыт сверху (в уровне дорожной одежды или покрытия), а покрытие не имеет над зазором разрыва;

- заполненный – покрытие и все слои одежд имеют над зазором разрыв, заполненный, как правило, эластичным элементом (резина, мастика ...), за счёт деформации которого происходит компенсация перемещений концов пролётного строения;

- перекрытый – зазор между торцами пролётных строений перекрыт каким-либо элементом (лист, плита), который изменяет положение (без открытия зазора) при перемещениях концов пролётных строений;

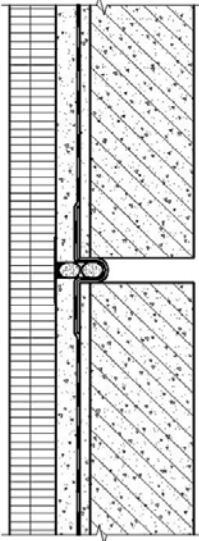
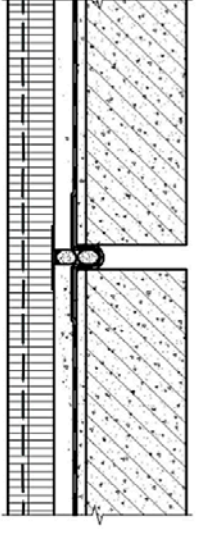
- шов откатного типа – элементы конструкций имеют специальные плиты на опорных частях и входят при перемещениях в пространство между пролётными строениями; являются разновидностью швов перекрытого типа.

Конструкции деформационных швов закрытого, заполненного и перекрытого типов могут иметь множество разновидностей, из которых наиболее часто применяемые приведены в таблицах 1-4 с указанием предельных перемещений. Предельные перемещения – основная характеристика конструкции деформационного шва, по которой осуществляется предварительный подбор возможных для того или иного сооружения КДШ.

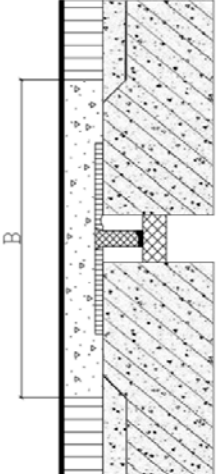
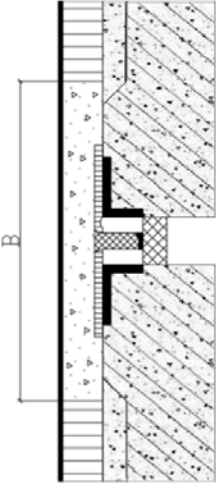
В число минимально необходимых параметров КДШ помимо продольных предельных горизонтальных перемещений в направлении перпендикулярном к оси шва, входят ещё предельные горизонтальные поперечные (вдоль оси шва) и вертикальные перемещения одной кромки шва относительно другой.

Рекомендуемый минимальный срок эксплуатации деформационного шва до замены зависит от конструкции деформационного шва и износа материалов примененных в элементах шва, подверженных воздействию нагрузок и разрушающих факторов.

Т а б л и ц а 1 - Конструкции деформационных швов закрытого типа

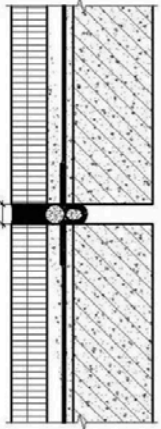
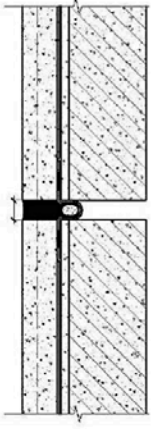
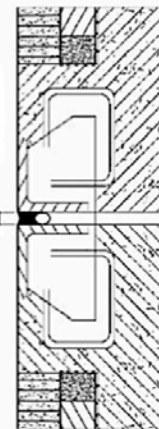
№№	Вид конструкции	Разновидность	Схема	Предельные (допустимые) перемещения, мм				Рекомендуемый минимальный срок эксплуатации до замены, лет		
				СКР	Продольные	Поперечные	Вертикальные			
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	С	Покрытие без армирования (ДШ-3)		I	5					
				II, III	7	2-3	2			10
				IV	10					
				I	7					
2	С	Покрытие с армированием (ДШ-3А)		I	7					
				II, III	10	2-3	2			10
				IV	13					

Окончание Таблицы 1



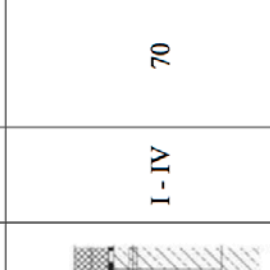
№№	Вид конструкции	Разновидность	Схема	Предельные (допустимые) перемещения, мм				Рекомендуемый минимальный срок эксплуатации до замены, лет
				В	Продольные	Поперечные	Вертикальные	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	Сцебеночно-мастичной вставкой над зазором	Без окаймления кромки бетона (ДШ-З-ЦМ)		$B=300$	15	5	3	15
				$B=400$	20	7	4	
				$B=500$	30	10	5	
				$B=700$	40	15	7	
4		С окаймлением кромки бетона (ДШ-З-ЩМ-О)		$B=400$	20	7	4	15
				$B=500$	30	10	5	
				$B=700$	40	15	7	

Примечание: СКР – Строительно-климатические районы по СНиП 23-01 [2]

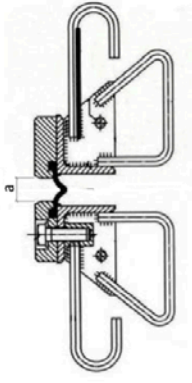
Т а б л и ц а 2 - Конструкции швов заполненного типа

№№	Вид конструкции	Разновидность	Схема	Предельные (допустимые) перемещения, мм				Рекомендуемый минимальный срок эксплуатации до замены, лет
				СКР	Продольные	Поперечные	Вертикальные	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	С	С мастикой в уровне а/б покрытия (ДШ-МЗ-А)	 <p>$a_{\max}=40\text{мм}$</p>	I	10			10
				II, III	12	6	4	
				IV	15			
6	С	То же с п/б покрытием (ДШ-МЗ-Ц)	 <p>$a_{\max}=50\text{мм}$</p>	I	12			10
				II, III	15	8	5	
				IV	18			
7	С	Со стальным окаймлением (ДШ-МЗ-О)	 <p>$a_{\min}=45\text{мм}; a_{\max}=80\text{мм}$</p>	I	15			15
				II, III	17	10	5	
				IV	20			

Продолжение Таблицы 2

№№	Вид конструкции	Разновидность	Схема	Пределные (допустимые) перемещения, мм				Рекомендуемый минимальный срок эксплуатации до замены, лет
				СКР	Продольные	Поперечные	Вертикальные	
1	2	3	4	5	9	7	8	9
8	С заполнением в виде резиновых компенсаторов	Крепление резинового компенсатора заклиниванием	 <p>а_{min}=25мм</p>	I - IV	35	15	10	15
			 <p>а_{min}=25мм</p>	I - IV	55	25	10	15
10	С заполнением в виде резиновых компенсаторов	Крепление компенсатора запасовой впазы окаймления	 <p>а_{max}=80мм; а_{min}=10мм</p>	I - IV	70	35	15	20

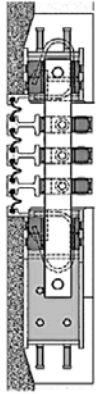
Окончание Таблицы 2

№№	Вид конструкции	Разновидность	Схема	Пределные (допустимые) перемещения, мм				Рекомендуемый минимальный срок эксплуатации до замены, лет
				СКР	Продольные	Поперечные	Вертикальные	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	С заполнением в виде резиновых компенсаторов	Крепление компенсатора обжатием с помощью болтов ОП-ДШ-70(б)		I - IV	70	35	15	15

Т а б л и ц а 3 - Конструкции деформационных швов заполненного типа с несколькими резиновыми компенсаторами (модульные)

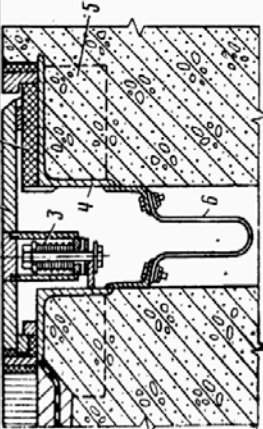
№№	Вид конструкции	Разновидность *)	Схема	Пределные (допустимые) перемещения, мм			Рекомендуемый минимальный срок эксплуатации до замены, лет
				Продольные	Поперечные	Вертикальные	
1	2	3	4	5	6	7	8
12	Модульные конструкции деформационных швов с несколькими резиновыми компенсаторами и жестким креплением промежуточных стальных продольных профилей к траверсам	Крепление компенсаторов заклиниванием		100	40	20	15
13				150	50	25	15
14		Крепление компенсаторов запяской впазы		140	50	20	20
				210	60	30	20
16		280 и более (до 560)	90	30	20		

Окончание Таблицы 3

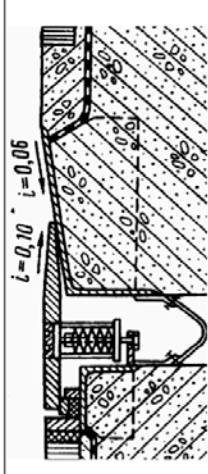
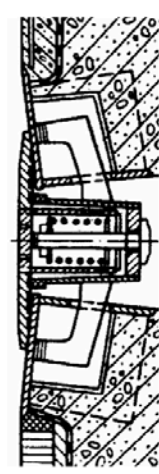
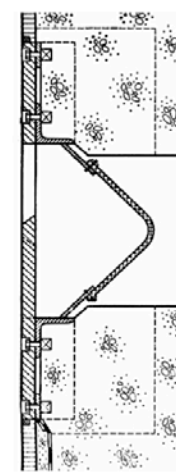
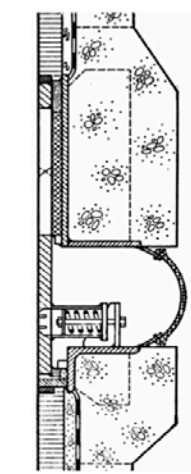
№№	Вид конструкции	Разновидность	Схема	Предельные (допустимые) перемещения, мм			Рекомендуемый минимальный срок эксплуатации до замены, лет
				Продольные	Поперечные	Вертикальные	
1	2	3	4	5	6	7	8
17	То же, но с шарнирным креплением промежуточных стальных продольных профилей к траверсам	От 4 до 16 резиновых компенсаторов		280 и более (до 1100)	160-600	35	20

*) Примечание – в скобках указано количество резиновых компенсаторов

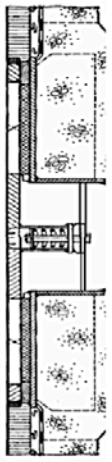
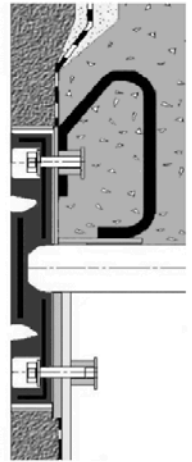
Т а б л и ц а 4 - Конструкции деформационных швов перекрытого типа

№№	Вид конструкции	Способ перекрытия (разновидность)	Схема	Предельные (допустимые) перемещения, мм			Рекомендуемый минимальный срок эксплуатации до замены, лет
				Продольные	Поперечные	Вертикальные	
1	2	3	4	5	6	7	8
18	Зазор перекрыт скользящими стальными листами (плитами)	Плоским скользящим листом (ДШ-ПС)		80	50	20	20

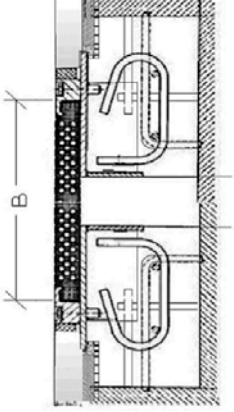
Продолжение Таблицы 4

№№	Вид конструкции	Способ перекрытия (разновидность)	Схема	Предельные (допустимые) перемещения, мм			Рекомендуемый минимальный срок эксплуатации до замены, лет
				Продольные	Поперечные	Вертикальные	
1	2	3	4	5	6	7	8
19	Зазор перекрыт скользящими стальными листами (плитами)	Скошенным скользящим листом (ДШ-ПС-С)		150	75	30	20
20	Зазор перекрыт скользящими стальными листами (плитами)	Скошенным плавающим скользящим листом (ДШ-ПС-СП)		250	100	40	20
21	Зазор перекрыт гребенчатыми плитами	Гребенчатой консольной плитой (ДШ-ПГ-К)		150	5	10	20
22	Зазор перекрыт гребенчатыми плитами	Гребенчатой скользящей плитой (ДШ-ПГ-С)		200	5	10	20

Продолжение Таблицы 4

№№	Вид конструкции	Способ перекрытия (разновидность)	Схема	Предельные (допустимые) перемещения, мм			Рекомендуемый минимальный срок эксплуатации до замены, лет
				Продольные	Поперечные	Вертикальные	
1	2	3	4	5	6	7	8
23	Зазор перекрыт гребенчатыми плитами	Гребенчатой скользящей плавающей плитой (ДШ-ПГ-СП)		300	5	10	20
24	КДШ с плитными резино-металлическими элементами (РМП)	С резиной, работающей на сдвиг (ДШ-РМП 40...360)		40	40	5	15
				100	100	10	
				180	200	12	
				280	280	15	
				360	360	15	

Окончание Таблицы 4

№№	Вид конструкции	Способ перекрытия (разновидность)	Схема	Пределные (допустимые) перемещения, мм			Рекомендуемый минимальный срок эксплуатации до замены, лет
				Продольные	Поперечные	Вертикальные	
1	2	3	4	5	6	7	8
25	КДШ с плитными резино-металлическими элементами (РМП)	С ячеистыми резино-металлическими (резиновыми) плитами (ДШ-РМП 40...160)		40 (при $B=200$, $h_{рез}=60$ мм)	40	10	15
				80 (при $B=300$, $h_{рез}=60$ мм)	80	20	
				160 (при $B=500$, $h_{рез}=60$ мм)	160	30	

6 Особенности проектирования конструкций деформационных швов

6.1 Основные положения, учитываемые при разработке новых конструкций деформационных швов

6.1.1 Классификация воздействий на конструкции деформационных швов

На конструкции деформационных швов (КДШ) воздействуют природно-климатические факторы; транспортные средства, непосредственно контактирующие с элементами КДШ; эксплуатационные факторы (условия и уровень содержания мостовых сооружений); перемещения концов пролётных строений в сопряжениях между собой и с опорами (табл. 5).

Каждое воздействие по указанным признакам отражается в конкретных предпосылках по проектированию и расчёту, параметрах материалов и условиях применения. Воздействие перемещений концов пролётных строений учитывают при выборе типа или разновидности КДШ и при расчётах узлов и деталей его конструкции.

Таблица 5 - Классификация воздействий

Факторы	Воздействия
Природно – климатические	Температура воздуха. Переходы температуры через "ноль". Загрязнённость окружающей среды. Осадки. Воздействие солнечной радиации. Сейсмические колебания.
Эксплуатационные	Истирающее воздействие шин колёс транспортных средств Многokратное нагружение колёсами. Возможность попадания в конструкцию инородных материалов. Загрязнение деформационных швов.
Перемещения концов пролётных строений	Линейные горизонтальные продольные и поперечные относительные смещения. Линейные вертикальные относительные смещения. Угловые перемещения в продольной вертикальной плоскости. Угловые перемещения в поперечной вертикальной плоскости. Угловые перемещения в горизонтальной плоскости.

6.1.2 Обеспечение герметичности

Конструкция деформационного шва совместно с гидроизоляцией мостового полотна образует систему непрерывной гидроизоляции для отвода воды и грязи от нижерасположенных конструкций мостового сооружения.

Основным параметром конструкций деформационных швов является исключение возможности попадания воды, грязи и различных предметов на нижележащие конструкции и элементы мостового сооружения. Для этого применяют в КДШ водоотводные лотки, продольный уклон которых составляет не менее 25‰ в конструкциях №№ 1, 2, 5, 6 (лотковые компенсаторы) и 50‰ в швах перекрытого типа. В конструкциях деформационных швов с резиновыми компенсаторами допускается не устраивать поперечные водоотводные лотки, в случаях, если резиновые компенсаторы обеспечивают герметичность КДШ и с них устроен организованный водоотвод.

Для предотвращения застоя воды над гидроизоляцией дорожной одежды перед деформационными швами конструкций № 7÷25 по таблице 4 необходимо с верхней стороны деформационного шва (а при расположении пролетного строения на горизонтальной площадке или с продольным уклоном менее 5‰ - с обеих сторон деформационного шва) вдоль него устраивать дренажную систему для отвода воды за пределы конструкций мостового сооружения.

6.1.3 Выбор мастики для швов с мастичным заполнением

Предельные перемещения для швов с мастичным заполнением, приведенные в таблице 2, уточняются расчетом при подборе применяемой мастики. Размер зазора в момент заливки мастики рекомендуется устраивать равным 30 мм для швов с асфальтобетонными кромками и 40 мм для швов с цементобетонными кромками. Увеличение предельных перемещений для швов указанного вида достигается за счёт улучшения физико-механических характеристик мастики и, прежде всего, повышения величины относительного удлинения мастики на растяжение при отрицательной температуре.

Методика определения деформативности мастики при выборе наиболее приемлемого материала для заполнения швов заключается в следующем:

а) для мастики необходимо построить диаграмму деформаций при испытании на разрыв при различных температурах (по ГОСТ 26589); рекомендуется провести испытания при температурах плюс 20⁰С, 0⁰С и минус 20⁰С;

б) при построении диаграммы (линия 1 на рис. 1) за нулевую точку ($\epsilon=0$) принимают температуру хрупкости материала (ГОСТ 11507); рассматривается участок диаграммы между температурой хрупкости и T_{\max} (наибольшая температура воздуха с обеспеченностью 0,98); при этом расчётная диаграмма, используемая при определении предельных деформаций, принимается с уменьшенными в 1,5 раза значениями ϵ , что отражает возможное старение материала в процессе эксплуатации (линия 2 на рис.1);

в) по области расчётных деформаций, ограниченной линией 2 на рис. 1, определяется среднее значение $\varepsilon'_{\text{ср}}$ для участка графика от температуры заливки мастики T_3 до 0°C , которое учитывают при определении допустимых перемещений Δ' при снижении температуры воздуха от установочной (T_3) до 0°C для конкретной территории;

г) допустимые перемещения Δ'' при понижении температуры воздуха от 0°C до T_{min} определяют по среднему значению ε'' участка графика 2 на рис. 1 от 0°C до T_{min} ;

д) допустимые перемещения $\Delta_{\text{сж}}$ определяют по перепаду температур от температуры, соответствующей температуре заливки мастики T_3 , до T_{max} , принимая за величину допустимой относительной деформации сжатия мастики величину $0,5 \cdot a \cdot m$.

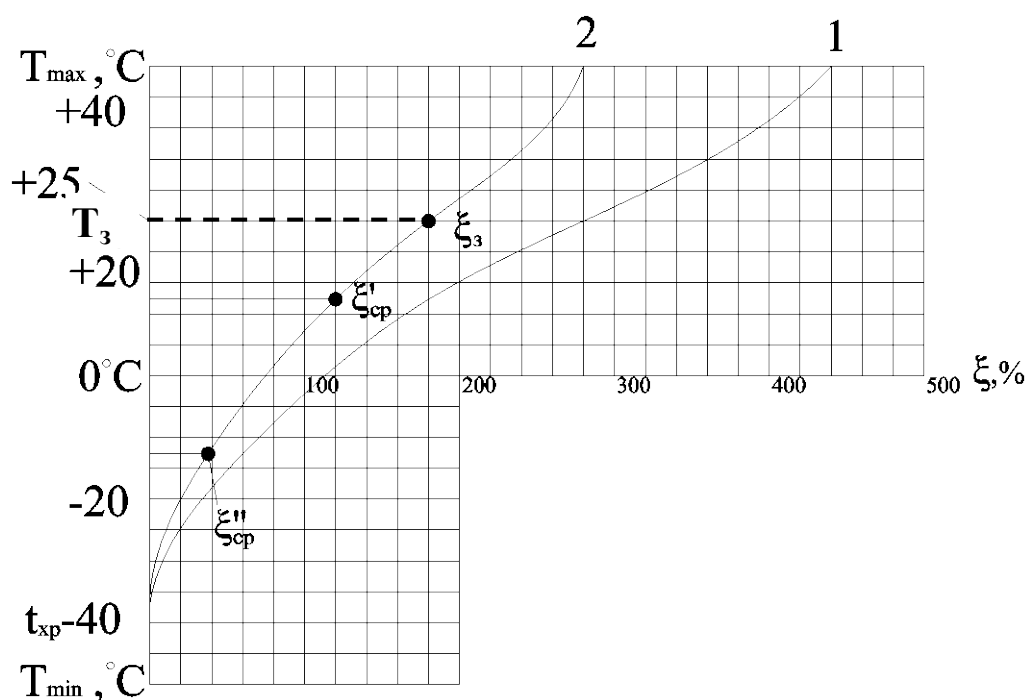


Рисунок 1 – диаграмма для выбора мастики для деформационных швов

Суммарные допустимые деформации мастики складываются из деформаций сжатия и деформаций растяжения и определяют предельные перемещения для швов рассматриваемого типа:

$$\Delta_{\text{пред}} = (\Delta_{\text{сж}} + \Delta' + \Delta'') \cdot m = \left[0,5 + \left(\frac{\varepsilon'}{100} - 1,0 \right) + \frac{\varepsilon''}{100} \right] \cdot m \cdot a \quad (1)$$

где

ε — относительное удлинение материала при растяжении;

$\Delta_{\text{сж}}$ — величина сжимающих деформаций;

a — ширина зазора в момент заливки мастики (мм), установочная ширина;

m – коэффициент условия работы мастичного заполнения, зависящий от соотношения ширины зазора «а» к глубине заливки «в», а именно:

-- при $\frac{e}{a} = 1,0$ - $m = 1,0$

-- при $\frac{e}{a} = 1,5$ - $m = 0,75$

-- при $\frac{e}{a} = 2,0$ - $m = 0,4$

При определении размеров зазора в швах с мастичным заполнением и рекомендуемой температуры установки, следует учитывать, что, исходя из прочности кромок, предельное раскрытие зазора при отрицательных температурах следует не превышать 40 мм при асфальтобетонных кромках и 60 мм при цементобетонных кромках. При наличии стального окаймления предельное раскрытие зазора, определённое из условий комфортности проезда, следует не превышать 70 мм. Предельное сжатие мастики от установочного размера зазора (ширины зазора в момент заливки мастики) следует не превышать половины ширины зазора.

Пример определения величины $\Delta_{пред}$ по формуле 1.

Для мастики с условными характеристиками, приведенными на рис. 1, имеем:

$T_{min} = -30$ °C; $T_z = 25$ °C; $T_{max} = 40$ °C; $\varepsilon_z \approx 180$ %; $\varepsilon' \approx 120$ %; $\varepsilon'' \approx 40$ %;

$m = 0,75$; $a = 30$ мм

$$\Delta_{пред} = 0,75 \cdot 30 \left(0,5 + \frac{120}{100} - 1 + \frac{40}{100} \right) = 11,25 (\text{сжатие}) + 4,5 (\text{растяжение}) + 9 (\text{растяжение});$$

$$\Sigma \Delta = 24,75 \text{ мм}$$

Учитывая существующие ограничения по максимальной ширине зазора для асфальтобетона $a_{max} = 40$ мм, получим, что при начальной ширине зазора 30 мм необходимое растяжение мастики принимается не более 10 мм, что меньше $9 + 4,5 = 13,5$ из формулы 1. Расчетное сжатие мастики составляет 11,25 мм, что меньше допустимой величины $0,5 \cdot a = 15$ мм. В итоге деформационный шов может воспринимать суммарные перемещения концов пролетных строений $\Sigma \Delta = 24,75$ мм. Чтобы обеспечить величину перемещений 15 мм, как это указано в таблице 2 для IV строительного-климатического района, растягивающие деформации для мастики следует принимать не более 10 мм.

6.1.4 Расчёт конструкций швов

Все конструкции, имеющие окаймления проверяют расчётом на прочность и на выносливость. На прочность проверяют элементы:

- окаймление швов, считая пролёт листа, ребра или уголка окаймления равным расстоянию между рёбрами жёсткости; в качестве вертикальной нагрузки принимают колесо нагрузки НК полностью установленного на окаймление;

- анкерную окаймления: анкера, расположенные в бетоне монолитивания. Растягивающие усилия, действующие на анкера, определяют от внешних нагрузок Н и Р (см. схему на рис. 2):

$$\begin{aligned} -- R_r &= \frac{P \cdot b + H \cdot d}{d - c}, \\ -- R_b &= \frac{P \cdot a + H \cdot c}{b - a} \end{aligned} \quad (2)$$

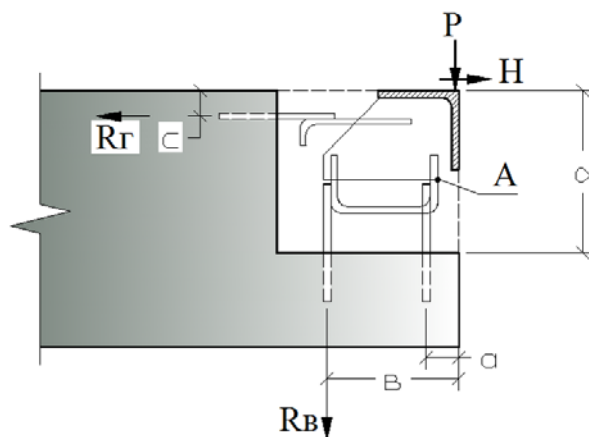
При этом расчётные усилия определяют по своду правил [1], принимая необходимые значения коэффициентов надёжности ($n=1,4$) и динамики ($1+\mu=2$) к нагрузке от колеса тележки по схеме АК.

При креплении окаймления к настилу и поперечной балке ортотропной плиты проводится проверка на прочность болтовых соединений и настила.

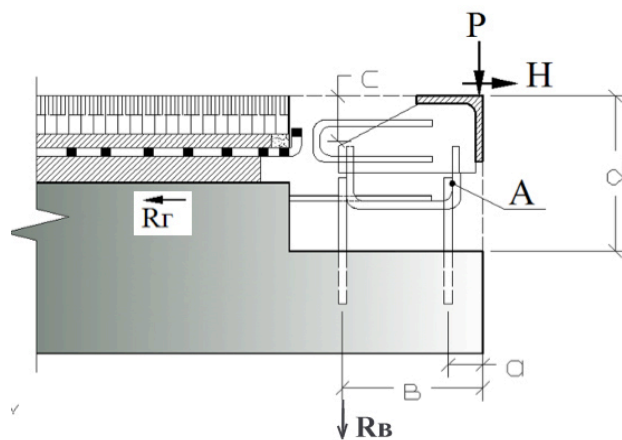
Элементы деформационных швов, располагаемые между окаймлением (в модульных конструкциях), а также консольные гребёнки проверяют на выносливость, принимая расчётные сопротивления по выносливости по [1]. На выносливость проверяют и сварные соединения хомута окаймления деформационного шва с выпуском арматуры (узел «А», рис. 2). Внешним воздействием при этом является усилие P (нагрузка от колеса тележки АК), распределённое на столько узлов «А», сколько вмещается на длине шва 0,6 м.

При расчёте на выносливость продольных элементов (расположенных вдоль оси шва) внешнее усилие передают на длине шва 0,6 м и учитывают в работе от вертикального усилия столько продольных элементов, сколько попадает под отпечаток колеса, то-есть в пределах 0,2 м. Расчет выполняют от воздействия колес грузовых автомобилей.

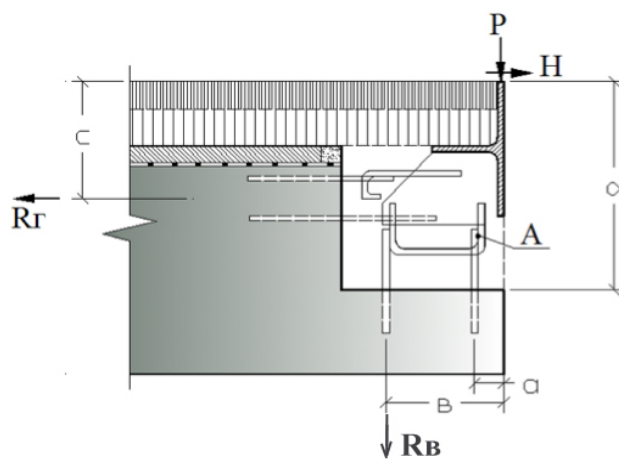
а)



б)



в)



- а – при анкервке КДШ в недобетонированной плите пролётного строения;
 б – при анкервке в бетонном приливе, устроенном до уровня верха покрытия;
 в – при анкервке в бетонном приливе, устроенном ниже покрытия.

Рисунок 2 – Схемы к расчёту анкервки окаймления

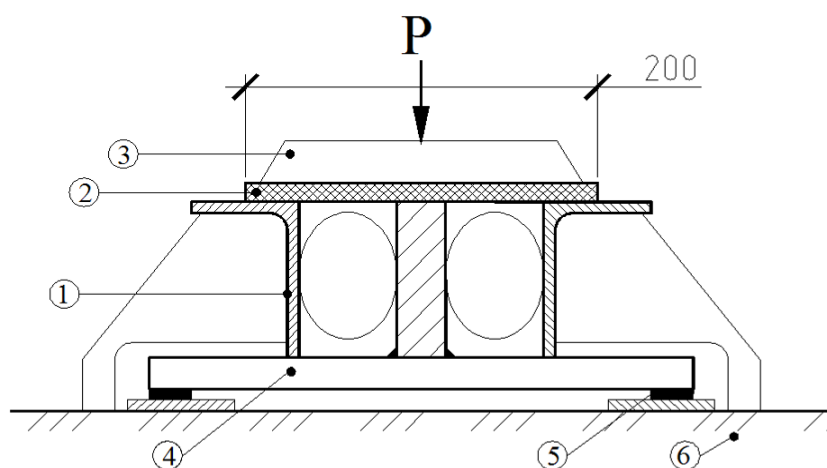
6.1.5 Условия надёжности КДШ

В качестве конструктивных рекомендаций при разработке иных конструкций по сравнению с приведёнными в разделе 5 необходимо учитывать следующее:

- при использовании резиновых компенсаторов иной формы по сравнению с приведёнными на схемах таблиц 2-4, необходимо предусматривать их плотное крепление к окаймлению, за счёт прижатия болтовым соединением (усилие прижатия болтом ≥ 60 кН, шаг болтов следует принимать не более 250 мм) или заклинкой (запасовкой) компенсатора в КДШ с возможностью выемки только специальным инструментом. Приклеивание компенсаторов к бетону или металлу не рекомендуется.

- конструкции деформационных швов обязаны сохранять работоспособность в расчётном диапазоне температур, при заданной грузонапряжённости, скорости движения транспортных средств и классе временной нагрузки, при всех возможных в данной местности погодных и природных условиях, под воздействием средств удаления льда, нефтепродуктов (включая горячие битум и асфальтобетона) и солнечной радиации.

Надёжность изготавливаемой конструкции швов подтверждается испытаниями на выносливость (1 раз в 5 лет) и герметичность (1 раз в 3 года). Испытание на выносливость КДШ проводится заводом-изготовителем на воздействия, определяемые СНиП 2.15.03-84*. При этом испытываемый фрагмент следует принимать длиной 4 м с опиранием в четырёх точках (расстояние между точками опирания $0,8 \div 1,0$ м) и нагружаться усилием, воспроизводящим воздействие от колеса нагрузки А14, при этом усилие прикладывают посередине между точками опирания (рис.3). Необходимо предусматривать, чтобы более длинная ось площадки опирания совпадала с осью шва. Количество циклов - $2 \cdot 10^6$.



1 – испытываемая конструкция (условная), 2 – резиновая плита, 3 – нагрузочная плита,
4 – траверса КДШ, 5 – опорная часть под траверсой, 6 – основание.

Рисунок 3 – Схема нагружения фрагмента КДШ при испытаниях на выносливость

Испытания на герметичность фрагмента шва предусматривает заливку пространства между окаймлениями водой и проведение под воздействием воды в течение 12 часов.

Результатом положительных испытаний КДШ на выносливость: в стальных элементах деформационного шва и в сварных швах нет трещин.

Результатом положительных испытаний КДШ на герметичность: под резиновым компенсатором нет протечек.

Продолжительность эффективной эксплуатации деформационного шва зависит от совокупности сроков исправного состояния его отдельных элементов и воздействия дефектов, возникающих в элементе на другие элементы и КДШ в целом. При определении состояния КДШ необходимо учитывать поэлементную минимальную продолжительность исправного состояния (Таблица 6).

Таблица 6. Рекомендуемая продолжительность исправного состояния элементов конструкций КДШ

№	Элемент конструкции деформационного шва	Минимальная продолжительность эксплуатации до замены, лет	
		Интенсивность движения по одной полосе, тыс. авт./сут.	
		до 10.0	более 10.0
	Деформационные швы закрытого типа		
1	Латунный компенсатор	10	10
2	Оцинкованный компенсатор	8	8
3	Дренажный жгут	10	10
4	Мастичное заполнение	8	5
5	Металлический перекрывной лист	20	20
6	Щебеночная засыпка с мастичным заполнением	15	12
7	Дренажная труба из нержавеющей стали	20	20
8	Дренаж из щебня на полимерном клее	10	8

Окончание таблицы 6

№	Элемент конструкции деформационного шва	Минимальная продолжительность эксплуатации до замены, лет	
		Интенсивность движения по одной полосе, тыс. авт./сут.	
		до 10.0	более 10.0
Деформационные швы заполненного типа			
1	Стальные окаймления деформационного шва	25	20
2	Средний стальной профиль модульного шва	25	20
3	Резиновый компенсатор	15	10
4	Болтовое крепление компенсатора	15	10
5	Траверса модульного шва	25	20
6	Резиновые опорные части траверсы	25	20
7	Регуляторы раскрытия профилей	25	20
8	Короб траверсы	30	20
Деформационные швы перекрытого типа			
1	Стальной лист перекрытия шва	20	15
2	Пружинно-болтовое крепление	15	15
3	Стальное окаймление деформационного шва	25	20
4	Водоотводный лоток	5	5
5	Резино-металлическая плита	20	15
6	Болтовое соединение резино-металлической плиты со стальным окаймлением	18	15

6.2 Определение перемещений концов пролётных строений

6.2.1 Виды перемещений концов пролетных строений.

Перемещения концов пролётных строений (или "расчётные перемещения") могут быть следующего вида:

- линейные горизонтальные продольные и поперечные перемещения сопрягаемых концов пролётных строений равномерные по длине шва $\Delta_{\text{прод}}$ и $\Delta_{\text{поп}}$ (рис. 4,а; план косоугольного пересечения);

- линейные вертикальные относительные смещения сопрягаемых концов пролётных строений одинаковые по длине шва $\Delta_{\text{верт}}$ (рис. 4.б; разрез по оси моста);
- угловые перемещения в продольной вертикальной плоскости, равномерные по длине шва $\alpha_{\text{в}}$ (рис. 4, в; разрез по оси моста);
- угловые перемещения в поперечной вертикальной плоскости, вызывающие неравномерные относительные смещения сопрягаемых пролётных строений $\alpha_{\text{поп}}$ (рис. 4,г; поперечный разрез);
- угловые перемещения в горизонтальной плоскости, как следствие неравномерных линейных деформаций сопрягаемых пролётных строений по длине ДШ $\alpha_{\text{г}}$ (рис. 4,д; план).

При проектировании КДШ перемещения разделяют на расчётные и допускаемые (предельные).

Расчётные перемещения – это линейные продольные, поперечные и вертикальные перемещения концов пролётных строений, определённые расчётом от длительных воздействий (деформации конструкций от постоянной нагрузки, ползучести и усадки бетона, температурных воздействий, давления грунта) и от воздействий временных подвижных вертикальных нагрузок и горизонтальных усилий.

Допускаемые перемещения – это перемещения концов пролётных строений в горизонтальной и вертикальной плоскостях, которые можно допустить на ту или иную КДШ (см. табл. 1-4). Допускаемые перемещения на конструкцию шва следует принимать меньше расчётных перемещений концов пролётных строений.







6.2.2 Влияние конструкций опорных частей на перемещения концов пролётных строений.

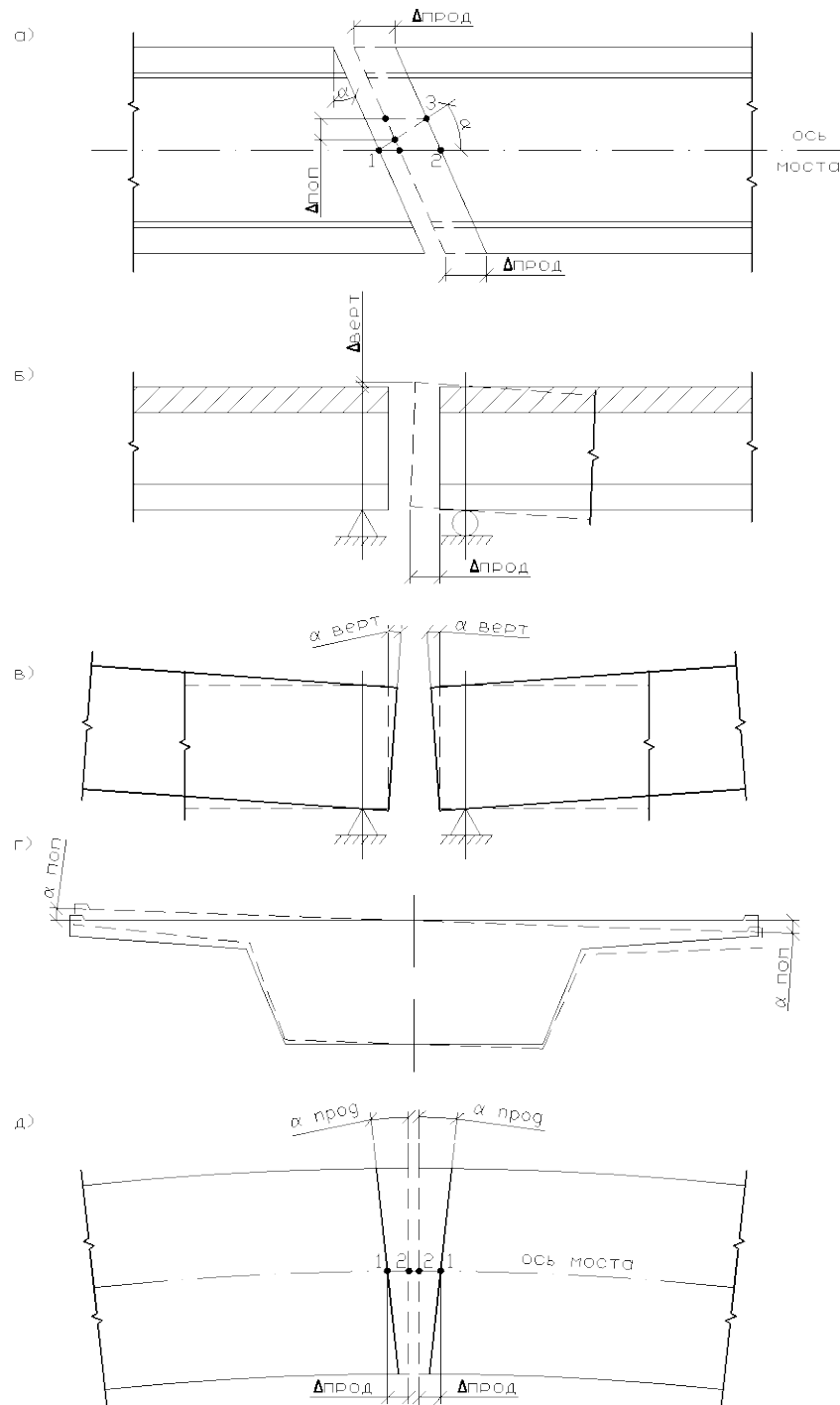
Конструкции опорных частей принимают во внимание при определении перемещений концов пролётных строений в уровне верха проезжей части, то-есть в плоскости расположения деформационных швов.

Направление перемещений зависит от типа опорной части, ширины, косины и кривизны сооружения, а также от жесткости опор (сопротивления их деформациям). Точное положение вектора перемещений определяется решением пространственной задачи при проектировании мостовых сооружений с уже известными характеристиками конструкций и материалов.

При определении направления перемещений могут использоваться условные обозначения опорных частей, приведённые в табл.7.

Таблица 7 - Условные обозначения опорных частей с различной податливостью в плане

Условное обозначение	Тип опорной части
	Резиновая опорная часть с всесторонней податливостью
	Неподвижная стеклянная опорная часть, обеспечивающая повороты во всех направлениях
	Односторонняя скользящая опорная часть
	Скользкая опорная часть со всесторонней податливостью
	Подвижные секторные, катковые и валковые опорные части с линейными перемещениями в одном направлении
	Неподвижные тангенциальные и шарнирные опорные части



а - линейные горизонтальные продольные и поперечные перемещения сопрягаемых концов пролётных строений равномерные по длине шва; б - линейные вертикальные относительные смещения сопрягаемых концов пролётных строений одинаковые по длине шва; в - угловые перемещения в продольной вертикальной плоскости, равномерные по длине шва; г - угловые перемещения в поперечной вертикальной плоскости, вызывающие неравномерные относительные смещения сопрягаемых пролётных строений; д - угловые перемещения в горизонтальной плоскости, как следствие неравномерных линейных деформаций сопрягаемых пролётных строений по длине ДШ.

Рисунок 4 - Виды перемещений концов пролетных строений

В однопролётных и многопролётных разрезных системах мостовых сооружений с отношением длины пролётного строения к ширине мостового полотна $L/B > 2$ при отсутствии кривизны и косины в плане вектор линейных продольных перемещений \vec{v} совпадает с осью пролётного строения и направлен перпендикулярно к линии опорных частей на опорах (рис. 5,а).

При наличии косины и ориентации опорных частей параллельно к оси пролётного строения направление вектора не изменяется (см. рис. 5,б).

В разрезных пролётных строениях с отношением $L/B < 2$, в которых используются опорные части с разным направлением свободы перемещений, положение вектора \vec{v} не меняется, если опорные части (неподвижные и ограниченно подвижные) расположены симметрично относительно оси пролётного строения. При несимметричном расположении аналогичных опорных частей вектор отклоняется в сторону большего числа всесторонне подвижных опорных частей (рис. 5,в).

Величину отклонения вектора можно определить с учётом числа опорных частей n_{nc} за пределами зоны симметрии (на рис. 5,в таких опорных частей две) и различия в поперечных температурных удлинениях пролётного строения, промежуточной опоры и устоя. В частности, размер смещения вектора \vec{v} на оси подвижных опорных частей составляет для схемы на рис. 5,в:

$$C = an_{nc} + \alpha_T T m_n (B - 0.5L) \quad (3)$$

где

α_T – Коэффициент температурного линейного расширения, принимаемый для стальных и сталежелезобетонных конструкций $\alpha_T = 1,2 \cdot 10^{-5}$, для железобетонных - $\alpha_T = 10^{-5}$;

T – интервал изменения температур воздуха от максимальной T_{max} до минимальной T_{min} ;

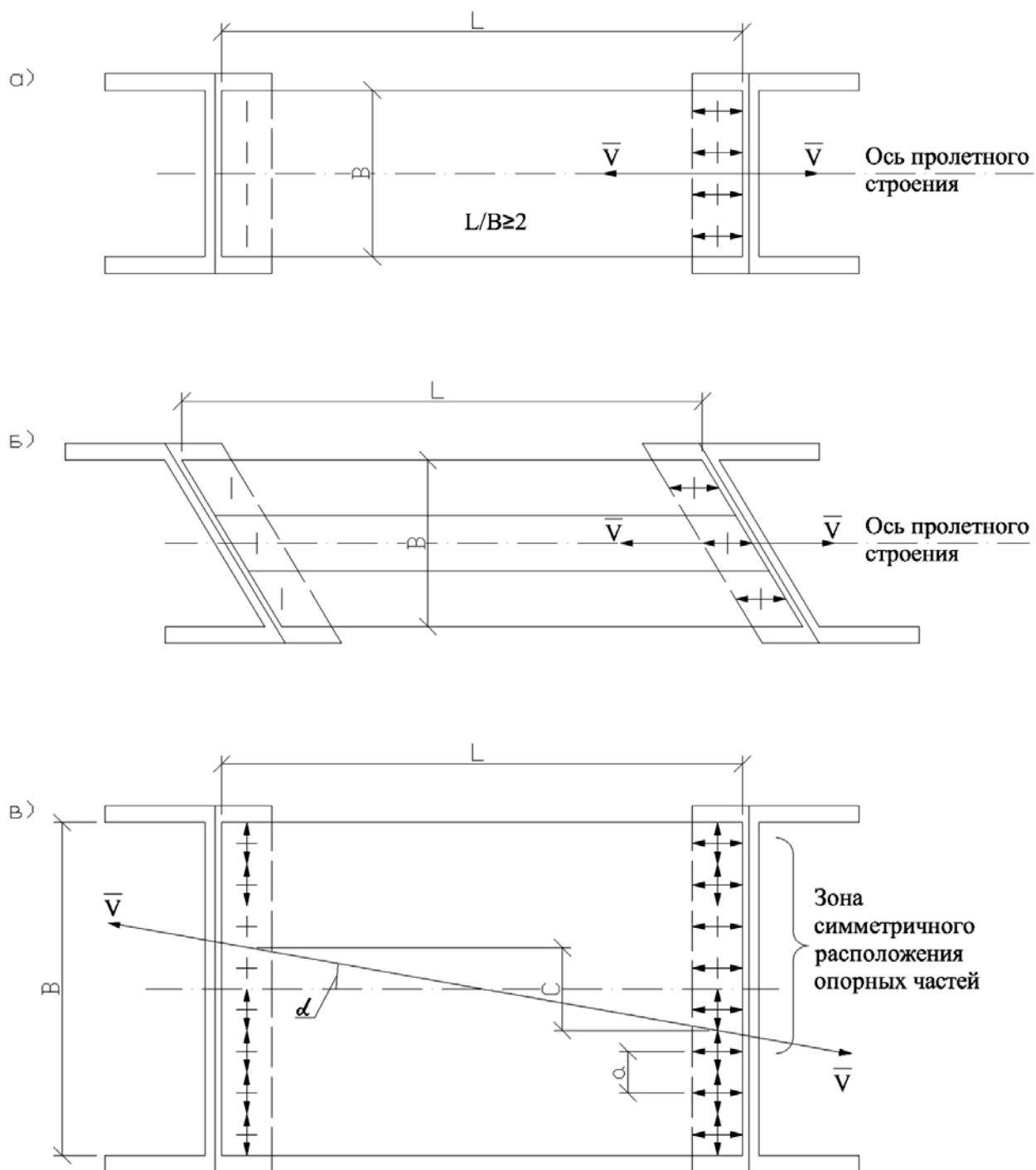
n_{nc} – число опорных частей за пределами зоны симметрии;

L – длина пролётного строения;

B – ширина пролётного строения;

m_n – коэффициент неравномерности температурных деформаций железобетонных опор и материала пролётных строений в уровне мостового полотна. Коэффициент m_n используют только при определении перемещений от температурных воздействий, принимая его значения по табл. 8.

В неразрезных и температурно-неразрезных пролётных строениях прямых и косых в плане для определения положения вектора перемещений \vec{v} при отношении $L/B < 2$ необходимо сначала определить значение отклонения C по формуле (3) только на опоре, над которой расположена КДШ.



- а - при $L/B \geq 2$ в прямых пролетных строениях;
 б - при $L/B \geq 2$ в косых пролетных строениях;
 в - при $L/B < 2$ в прямых пролетных строениях.

Рисунок 5 - Направление векторов перемещений \bar{v} в пролетных строениях

Таблица 8 - Значения коэффициента m_n

Тип пролётного строения	Значение коэффициента m_n при расположении КДШ		
	над устоем	над промежуточной опорой	
		массивной	столбчатой
Железобетонное коробчатое	0,25	0,1	0
Железобетонное рёбристое или плитное с полостями	0,3	0,2	0,1
Сталежелезобетонное	0,4	0,25	0,15
Стальные	0,5	0,3	0,2

В неразрезных и температурно-неразрезных полётных строениях, расположенных на кривых в плане радиусом (по оси моста) $R_0 < 1000$ м, направление вектора \vec{v} зависит от типа и размещения опорных частей и величины L/B (рис. 6):

- при $L/B < 2$ предпочтительно размещение по полюсно-лучевой схеме;
- при $L/B \geq 2$ – по тангенциальной схеме.

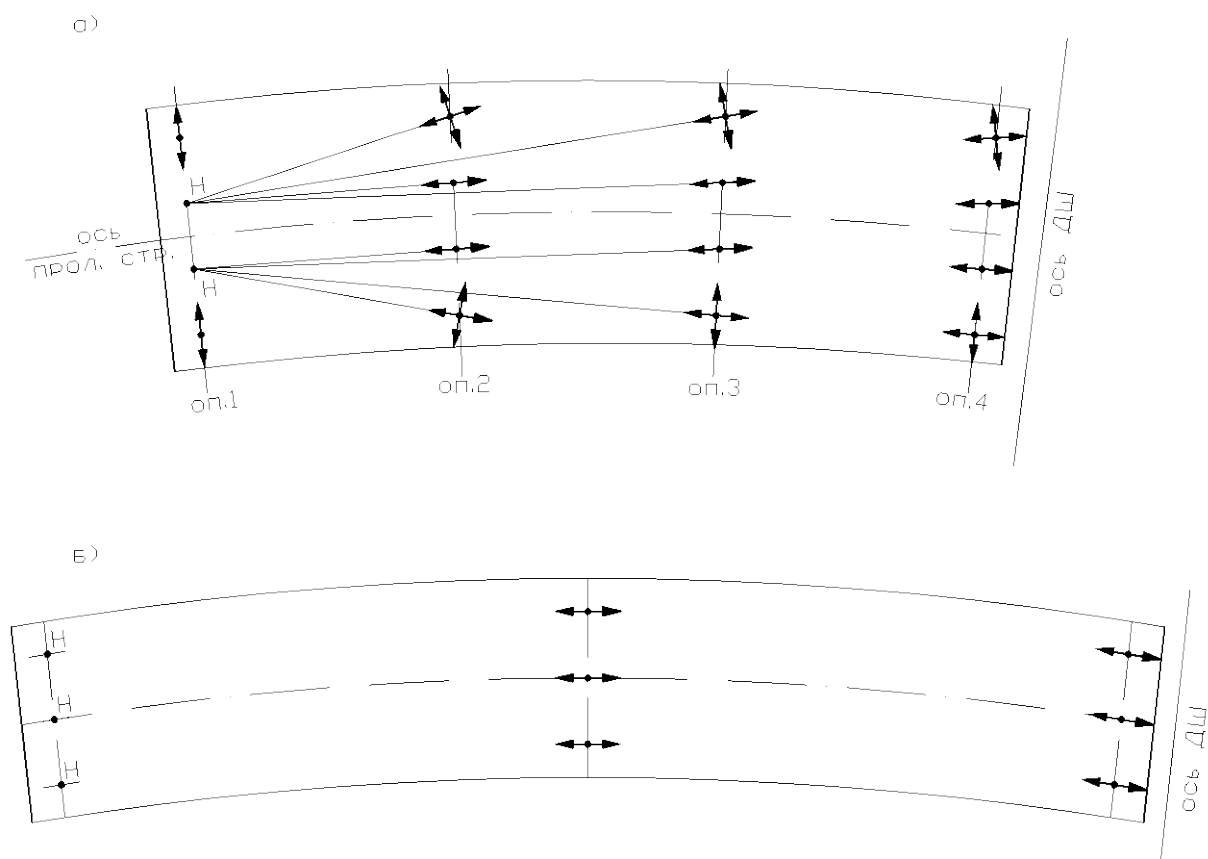
Полюсно - лучевая схема предусматривает расположение на анкерной ("неподвижной") опоре неподвижных и ограниченно - подвижных опорных частей, а на остальных опорах – всесторонне подвижных или ограниченно-подвижных (см. рис. 6,а).

При тангенциальной схеме допускается использование только неподвижных и ограниченно-подвижных опорных частей (см. рис. 6,б). При выборе типов и конструкций деформационных швов для мостов, расположенных на кривой в плане, положение вектора перемещений может стать приоритетным фактором выбора по отношению к величине самих перемещений.

Влияние положения опорных частей на величину перемещений концов пролётных строений наиболее чётко проявляется в разрезных балочных системах. Подход и результаты расчёта перемещений при рассмотрении этих систем могут быть использованы при определении перемещений температурно-неразрезных, а в отдельных случаях и неразрезных пролётных строений. Для разрезных пролётных строений допускается не учитывать неравномерность деформации по высоте балок, когда определяют перемещения:

- от усадки бетона в железобетонных пролётных строениях;
- от температурных воздействий (кроме учёта неравномерного прогрева);
- от продольного усилия торможения.

При всех указанных воздействиях над неподвижной опорной частью отсутствуют линейные и угловые перемещения. Линейные деформации в этом случае приходятся на подвижной конец балки. Если балки опираются на резиновые опорные части (РОЧ) деформации при всех указанных воздействиях распределяются поровну между обоими концами пролетного строения.



а - полюсно-лучевая схема расположения опорных частей

б - тангенциальная схема расположения опорных частей

Рисунок 6 - Направление векторов перемещений \vec{v} для мостов, расположенных на кривых в плане

6.2.3 Перемещения от воздействия температур

Температурное перемещение свободного конца пролётного строения определяют по формуле:

$$\Delta_T = L\alpha_T T^* \gamma \quad (4)$$

где L – длина пролётного строения или цепи температурно-неразрезных пролётных строений от неподвижного сечения до свободного конца, где устанавливается деформационный шов;

α_T – коэффициент линейного расширения;

T^* – интервал изменения расчётных температур от T_{\min} до T_{\max} :

$$T^* = T_{\max} + \delta T + T_{\min} \quad (5)$$

- γ – коэффициент надёжности, равный 1,2;

- T_{\max} – наибольшая нормативная температура воздуха, равная

... температуре воздуха $^{\circ}\text{C}$ с обеспеченностью 0,98 плюс 0,5 среднесуточной амплитуды воздуха наиболее жаркого месяца по СНиП 23-01-99[2] для стальных пролётных строений;

... температуре воздуха $^{\circ}\text{C}$ с обеспеченностью 0,95 плюс 0,5 среднесуточной амплитуды воздуха наиболее жаркого месяца по [2] для сталежелезобетонных пролётных строений;

... температуре воздуха $^{\circ}\text{C}$ с обеспеченностью 0,98 для железобетонных ребристых тонкостенных (с толщиной железобетонных элементов до 30 см);

... температуре воздуха $^{\circ}\text{C}$ с обеспеченностью 0,95 для железобетонных ребристых толстостенных (с толщиной железобетонных элементов свыше 30 см) и коробчатых пролётных строений;

- T_{\min} – наименьшая нормативная температура воздуха, равная

... температуре воздуха $^{\circ}\text{C}$ наиболее холодных суток с обеспеченностью 0,98 по [2] для стальных пролётных строений;

... температуре воздуха $^{\circ}\text{C}$ наиболее холодных суток с обеспеченностью 0,92 по [2] для сталежелезобетонных пролётных строений;

... температуре воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,98 для железобетонных ребристых тонкостенных пролётных строений;

... температуре воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 для железобетонных ребристых толстостенных и коробчатых пролётных строений.

δT – неравномерность перемещения по длине деформационного шва.

Температурные перемещения для прямых и косых в плане пролётных строений имеют, как правило, продольное направление по оси моста с одинаковым значением по всей длине ДШ.

В сооружениях на кривых в плане необходимо учитывать неравномерность линейных перемещений по ширине моста из-за разных значений L для внутренней и внешней кромок пролётного строения.

Неравномерность перемещений по длине деформационного шва (δT) учитывают также в случае, когда на одну из фасадных сторон пролётного строения попадают прямые солнечные лучи. При указанных температурных воздействиях значения δT принимают с коэффициентом K , значения которого приведены в табл.9.

Таблица 9 - Рекомендуемые значения коэффициента K

Ориентация фасадной стороны	Коэффициенты K при различной высоте освещённой стенки		
	$< 0,5 h$	$0,5 \div 0,75 h$	$> 0,75 h$
<u>Железобетонные пролётные строения</u>			
Юго-Восток ÷ Юго-Запад	1,0 (1,0)	1,2 (1,1)	1,4 (1,2)
Восток	1,0 (1,0)	1,0 (1,0)	1,1 (1,1)
Запад	1,0 (1,0)	1,0 (1,0)	1,0 (1,0)
<u>Сталежелезобетонные пролётные строения</u>			
Юго-Восток ÷ Юго-Запад	1,0 (1,0)	1,3 (1,1)	1,5 (1,3)
Восток	1,0 (1,0)	1,2 (1,1)	1,4 (1,2)
Запад	1,0 (1,0)	1,1 (1,0)	1,2 (1,1)
<u>Стальные пролётные строения</u>			
Юго-Восток ÷ Юго-Запад	1,2 (1,1)	1,4 (1,2)	1,6 (1,4)
Восток	1,0 (1,0)	1,2 (1,1)	1,4 (1,2)
Запад	1,0 (1,0)	1,1 (1,0)	1,3 (1,1)
<p>Примечания</p> <p>1 Значения K даны для пролётных строений с двумя полосами движения.</p> <p>2 В скобках указаны значения K для 4-х полос движения.</p> <p>3 Для пролётных строений с 8 полосами движения и больше $K = 1$.</p>			

В случае установки на всех жестких опорах резиновых опорных частей одинакового размера длину L определяют как половину длины всего неразрезного или температурно-неразрезного пролётного строения. При использовании РОЧ различной жесткости за неподвижное сечение цепи принимают условный "центр жесткости", определённый как расстояние от начала цепи (от опоры № 1)

$$U = \frac{\sum S_i l_i}{\sum S_i} \quad (6)$$

где S_i – суммарная жесткость РОЧ на i -ой опоре;

l_i – расстояние от i -ой опоры до опоры № 1;

i – число опор от 1 до i .

За жесткость РОЧ (кН/см) принимают усилие (кН), необходимое для сдвига всех РОЧ на опоре на 1,0 см при статическом приложении нагрузки, (т.е. принимая статический модуль сдвига $G_{ст}$):

$$S_i = \frac{G_{ст} \sum F_i}{h_p} \quad (7)$$

где $\sum F_i$ – суммарная площадь РОЧ на i -ой опоре;

h_p – толщина резины в РОЧ.

Например, для случая, показанного на рис. 7,а при трёх пролётах $l+l+2l$ и жесткостях РОЧ (условных) 2S; 2S; 3S; 1S положение неподвижной точки будет равно:

$$U = \frac{2S \times 0 + 2S \times l + 3S \times 2l + S \times 4l}{8S} = 1.5l \quad (8)$$

при этом $L_1 = 1,5l$ и $L_2 = 2,5l$.

При расположении РОЧ в много пролётном сооружении с гибкими опорами и неразрезными (температурно-неразрезными) пролётными строениями для определения неподвижного сечения учитывают и жёсткость опор, и жёсткость опорных частей. Смещение верха опоры от действия единичной N определяется по формуле (9), а смещение верха опорной части (сдвиг) – по формуле (10).

$$f_1 = \frac{N \cdot H^3}{3EJ} \quad (9)$$

$$f_2 = \frac{N \cdot h_p}{G_{сд} \cdot \sum F_i} \quad (10)$$

где N – продольная сила воздействующая на опору,

H – высота опоры (рис.7,б),

EJ – жёсткость опоры,

$G_{сд}$ – модуль сдвига резины в РОЧ из [3],

F_i – площадь опорной части.

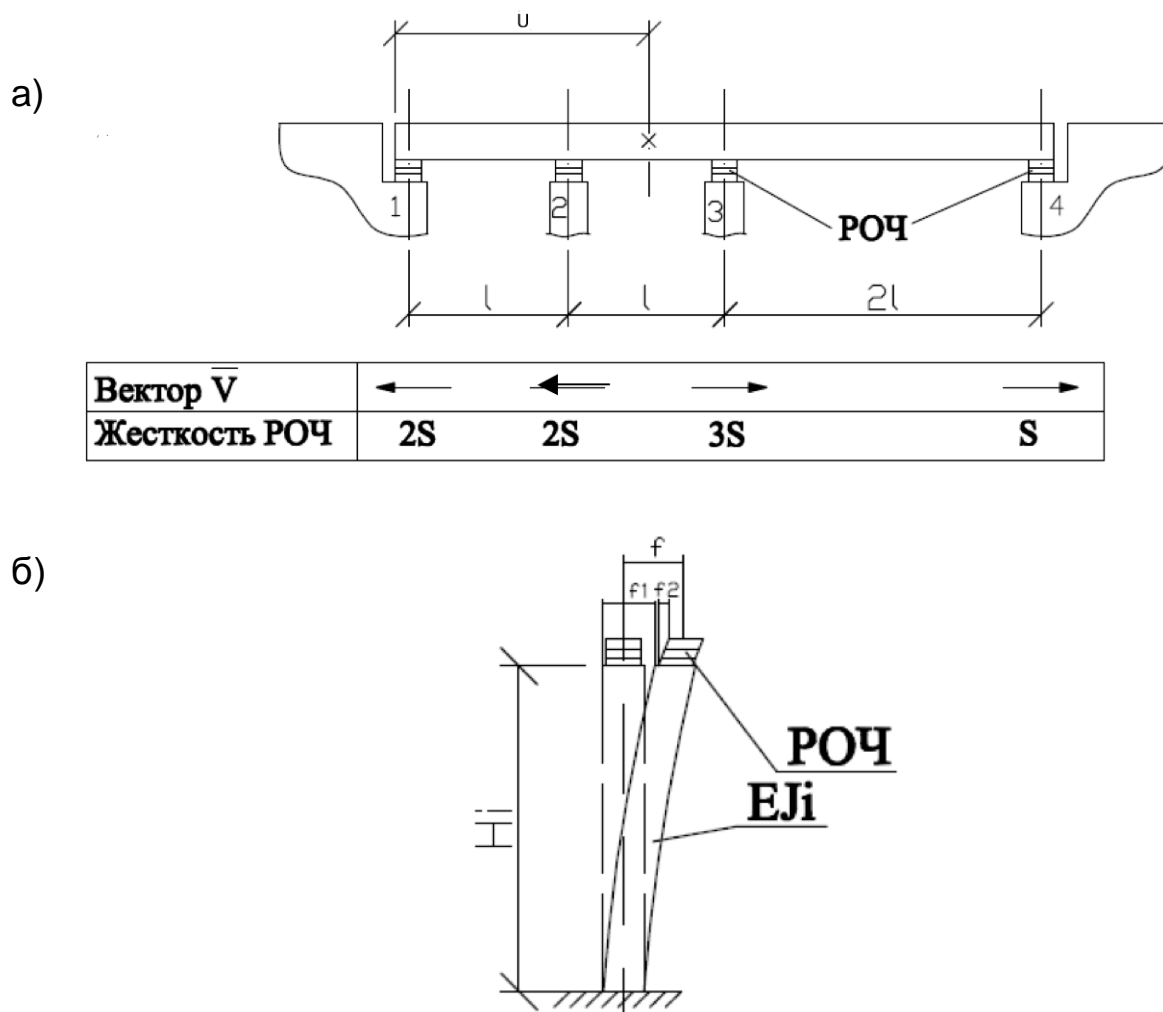


Рисунок 7 - Схемы к определению неподвижной точки многопролетного мостового сооружения с резиновыми опорными частями

На устоях учитывают только жесткость резиновых опорных частей.

6.2.4 Перемещение от временных подвижных нагрузок

Размещение на пролётных строениях вертикальных подвижных нагрузок следует принимать так, чтобы получить максимальные перемещения в местах установки деформационных швов. При схемах с разрезными пролётными строениями загружают оба смежных пролёта и горизонтальные перемещения суммируют. В неразрезных схемах нагрузку располагают по всей длине на участке от неподвижных опорных частей до подвижного конца пролетного строения, загружая линии влияния (поверхности влияния) одного знака.

Вычисленные продольные перемещения по обоим торцам пролётных строений в месте установки деформационного шва суммируют.

Вертикальные перемещения определяют по наибольшему значению $\Delta_{\text{вр, верт}}$ одного из концов пролётного строения.

Перемещения от горизонтальных нагрузок (от торможения или сил тяги транспортных средств) определяют только при гибких опорах и (или) опирании пролётных строений на резиновые опорные части. При массивных опорах с неподвижными и подвижными опорными частями перемещения от горизонтальных сил не учитывают.

Перемещения от торможения учитывают дважды: при определении перемещения в сторону сжатия шва ("+", совпадает с направлением увеличения температуры) и в сторону раскрытия шва ("-") – уменьшение температуры). В схемах с несколькими цепями пролётных строений перемещения в шве над промежуточной опорой, где сопрягаются две цепи, определяют при загрузке лишь одной цепи.

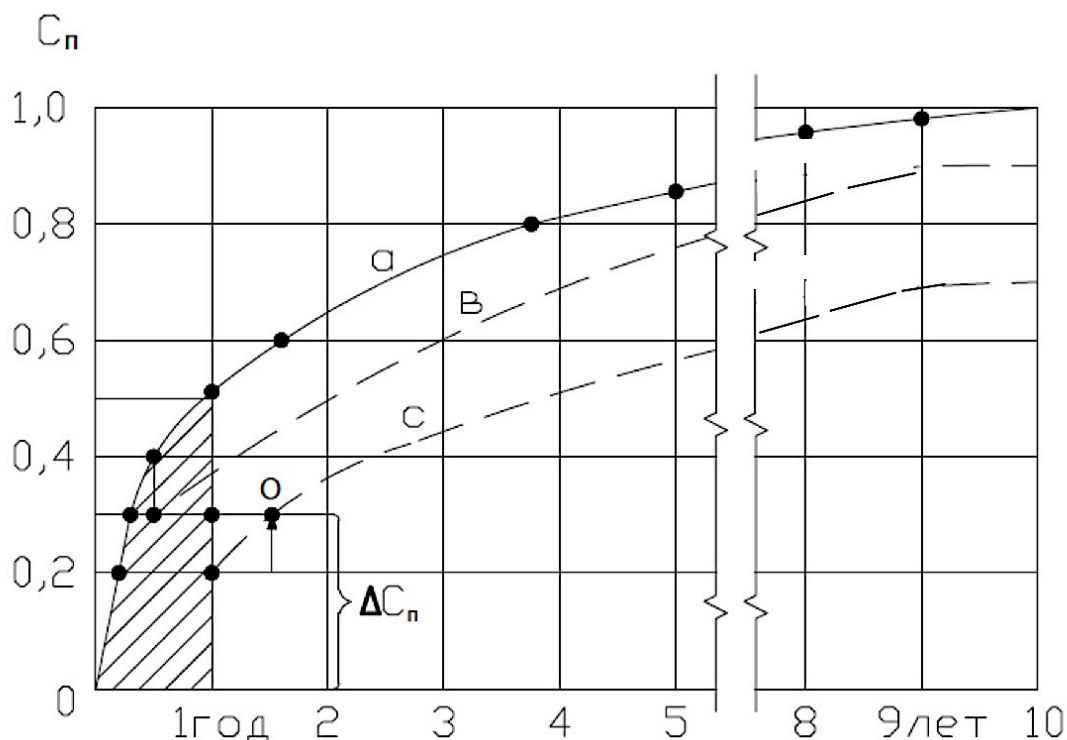
6.2.5 Перемещения от усадки и ползучести бетона

Перемещения определяют по нормативным характеристикам ползучести к величинам упругих деформаций с учётом возраста бетона пролётных строений к моменту устройства швов. Кроме общих длительных деформаций в уровне проезжей части, необходимо учитывать распределение этих деформаций между подвижными и неподвижными концами разрезных балочных пролётных строений. Величина и направление перемещений зависят не только от деформаций ползучести в верхнем и нижнем волокнах балок ($\delta_{\text{н}}$ и $\delta_{\text{в}}$), но и типа опорных частей.

При расчёте перемещений концов пролётных строений принимается, что деформации ползучести бетона протекают в течение ~ 10 лет.

При определении перемещений от ползучести бетона, которые будут иметь место в деформационном шве после его установки, рекомендуется учитывать:

- изменение напряжений в бетоне σ^b при передаче усилий на конструкцию по этапам;
- время поэтапного нагружения бетона в различном возрасте;
- остаточный размер деформации после монтажа деформационного шва (на рис. 8 – величина $1-\Delta C_n$).



C_p – предельное значение деформации ползучести; заштрихованная часть принята по СП [1]; точка "О" – момент установки деформационного шва; кривая "а" нормативный график ползучести бетона изготовленной балки; кривая "в" - график ползучести после нагружения балок бетоном швов омоноличивания и выравнивающего слоя; кривая "с" – график ползучести после нагружения балки всей постоянной нагрузкой от элементов мостового полотна

Рисунок 8 - График протекания ползучести бетона во времени

Перемещения от ползучести бетона в железобетонных пролётных строениях действуют в направлении вектора перемещений и определяются для любых железобетонных конструкций с напрягаемой арматурой, а для железобетонных пролётных строений с обычной арматурой - при их длине свыше 15 м.

Перемещения концов пролётных строений от усадки бетона определяют по нормативным характеристикам усадки с учётом возраста бетона и климатического района размещения объекта. Время протекания усадочных деформаций можно принять условно равным 5 годам при расположении объекта в районах с умеренным и холодным климатом и 3 годам – в южных районах Российской Федерации. При этом остаточную деформацию усадки, а, следовательно, и размера перемещений принимают с учётом возраста бетона к моменту устройства деформационных швов по табл. 10.

Усадка железобетонных пролётных строений вызывает горизонтальные перемещения, а усадка железобетонной плиты сталежелезобетонных пролётных строений – горизонтальные и вертикальные перемещения ($\Delta_{у,г}$, $\Delta_{у,в}$). Если вектор перемещений не перпендикулярен оси шва, появляются поперечные деформации $\Delta_{у,п}$.

Таблица 10 – Остаточная деформация усадки

Климатический район	Нормативные деформации усадки, (%) в зависимости от возраста бетона, мес.								
	1	3	6	12	18	24	36	48	60
Районы с умеренным и холодным климатом (I-III СКР)	30	50	60	70	77	84	92	96	100
Южные районы (IV СКР)	40	55	67	80	90	95	100	-	-

Расчётные величины перемещений концов пролётных строений от усадки определяют умножением нормативных значений на коэффициент надёжности $\gamma = 1,1$.

6.2.6 Перемещения от постоянной нагрузки

Перемещения определяют от той части постоянной нагрузки, которая будет действовать после закрепления конструкций деформационных швов в пролетных строениях. К таким воздействиям рекомендуется относить нагрузки от:

- собственного веса покрытия или других слоев одежды, устраиваемых после закрепления конструкций деформационных швов;

- собственного веса элементов тротуаров, перил, ограждений и различных коммуникаций, если они устанавливаются после закрепления КДШ;

Коэффициенты надёжности к указанным нагрузкам принимают в соответствии с СП [1].

6.3 Особенности расположения КДШ в конструкциях пролётных строений при проектировании

Выбор конструкций деформационного шва для конкретного проекта осуществляется по величинам расчётных перемещений концов пролётных строений. Перемещения суммируются по трём направлениям. Рекомендуемые обозначения суммируемых перемещений приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Обозначение перемещений по направлениям

Направления	Нагрузки и воздействия					Суммарное перемещение $\Sigma\Sigma\Delta$
	постоянные	температурные	усадка и ползучесть бетона	временные подвижные		
				вертикальные	горизонтальные	
Продольные	$\Delta_{п.прод}$	$\Delta_{т.прод}$	$\Delta_{б.прод}$	$\Delta_{вр.прод}^B$	$\Delta_{вр.прод}^Г$	$\Delta_{прод}$
Вертикальные	$\Delta_{п.верт}$	$\Delta_{т.верт}$	$\Delta_{б.верт}$	$\Delta_{вр.верт}^B$	-	$\Delta_{в}$
Поперечные	$\Delta_{п.поп}$	$\Delta_{т.поп}$	$\Delta_{б.поп}$	-	-	$\Delta_{поп}$

При проектировании конструкцией деформационного шва необходимо обеспечивать всевозможные перемещения ($\Delta_{прод}$, $\Delta_{поп}$, $\Delta_{в}$).

В сооружениях с конструкциями деформационных швов модульного типа необходимо обеспечить доступ к КДШ снизу для проведения работ по эксплуатации и ремонту швов, включая замену подвижных элементов. В случае, если в сооружении применяются деформационные швы перекрытого типа с использованием стальных плит (листов), для обеспечения доступа к швам снизу водоотводные лотки следует делать съёмными. Целесообразно предусматривать в швах перекрытого типа промывку лотков сверху через специальные отверстия в перекрывающем элементе, закрываемые фиксируемыми пробками.

Окаймление деформационного шва анкеруют в несущей конструкции пролетного строения или опоры посредством омоноличивания арматурных элементов окаймлений. Следует предусматривать количество горизонтальных и вертикальных выпусков арматуры из железобетонных конструкций не меньше количества анкеров и хомутов, приваренных к рёбрам жёсткости окаймлений. Выпуски необходимо приваривать с хомутами. Размеры и количество сварных соединений проверяются расчётом на равнопрочность с выпусками из несущих конструкций.

Анкеровка опорных элементов окаймлений уравнивающих (распределяющих перемещения) конструкций и окаймлений КДШ к металлическому пролетному строению осуществляется сплошными сварными швами.

Применение конструкций деформационных швов с анкерровкой окаймлений в толще одежды допускается на пешеходных мостах, на тротуарах. Применение указанного способа анкерровки окаймлений на проезжей части возможно при устройстве перекрытия деформационного шва в двухуровневом исполнении:

- в уровне плиты проезжей части устраивают конструкцию перекрытия капитального типа с анкерровкой в несущей конструкции;

- в уровне проезжей части выполняют легко заменяемую конструкцию, анкеруемую в пределах толщины дорожной одежды. Такое техническое решение может быть применено на мостовых сооружениях на автомагистралях в городах и вблизи больших городов с интенсивностью движения по одной полосе, превышающей 8 тыс. авт. в сутки, что связано со сложностью ремонта и замены КДШ, заанкеренных в несущих конструкциях, при высокой интенсивности движения.

Для предотвращения застоя воды на гидроизоляции перед деформационными швами с верхней по продольному уклону стороны пролётного строения, а при расположении пролётного строения на горизонтальной площадке или с продольным уклоном до 5‰ – с обеих сторон, устраивается дренажная система (дренажный канал, дренирующий материал, дренажные трубки) для вывода воды за пределы конструкции мостового сооружения.

Плавность проезда может быть обеспечена при ограничении ширины допускаемого зазора между окаймлениями КДШ в уровне проезда. При расположении оси шва перпендикулярно направлению движения этот зазор следует принимать не более 80 мм, при этом минимальный зазор, страхующий от силового смыкания окаймлений, рекомендуется предусматривать не менее 10 мм.

Для исключения повреждения КДШ плужными снегоочистителями следует избегать расположение деформационных швов в плане под углом 30 градусов к продольной оси мостового сооружения.

С целью снижения динамического воздействия на КДШ и конструкции мостового сооружения, и шумового воздействия, а также повышения плавности проезда на мостовых сооружениях в населённых пунктах и находящихся на расстоянии менее 2 километров от них, а также на автодорогах с разрешённой скоростью движения автотранспорта более 90 км/ч рекомендуется в конструкциях деформационных швов применять:

- дополнительные элементы перекрытия, предотвращающие попадание колеса в зазор и исключающие удар о нижерасположенные конструкции (рис.9),
- прокладочные амортизирующие элементы (резина) между свободно соприкасающимися металлическими элементами, обрешиненные металлические элементы.

При применении дополнительных элементов перекрытия, предотвращающих попадание колес в зазор, допускается предусматривать зазор между окаймлениями КДШ не более 100 мм.

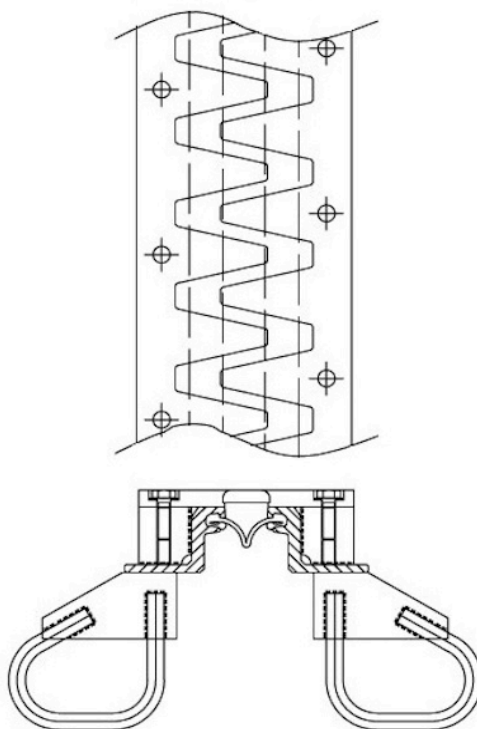


Рисунок 9 – Конструкция однопрофильного ДШ с дополнительными элементами перекрытия

В швах заполненного и перекрытого типов положение поверхности проезда конструкции деформационного шва устраивается в соответствии с проектными уклонами верха покрытия проезжей части и располагается на 3-4 мм ниже отметки верха покрытия.

Сопряжение дорожной одежды с деформационными швами устраивают в соответствии с ОДМ 218.2.002-2009 [4]. При интенсивности движения по полосе свыше 5 тыс. автомобилей (грузовых и легковых) в сутки (а в отдельных случаях при преимущественно грузовом движении при интенсивности свыше 3 тыс. автомобилей в сутки) в примыкании асфальтобетонного покрытия к деформационному шву (к металлу или бетону) следует по всей длине шва устраивать переходной участок покрытия шириной 30-50 см из более прочного и устойчивого к динамическим воздействиям материала.

7 Рекомендации по монтажу конструкций деформационных швов

7.1 Устройство швов с металлическим компенсатором

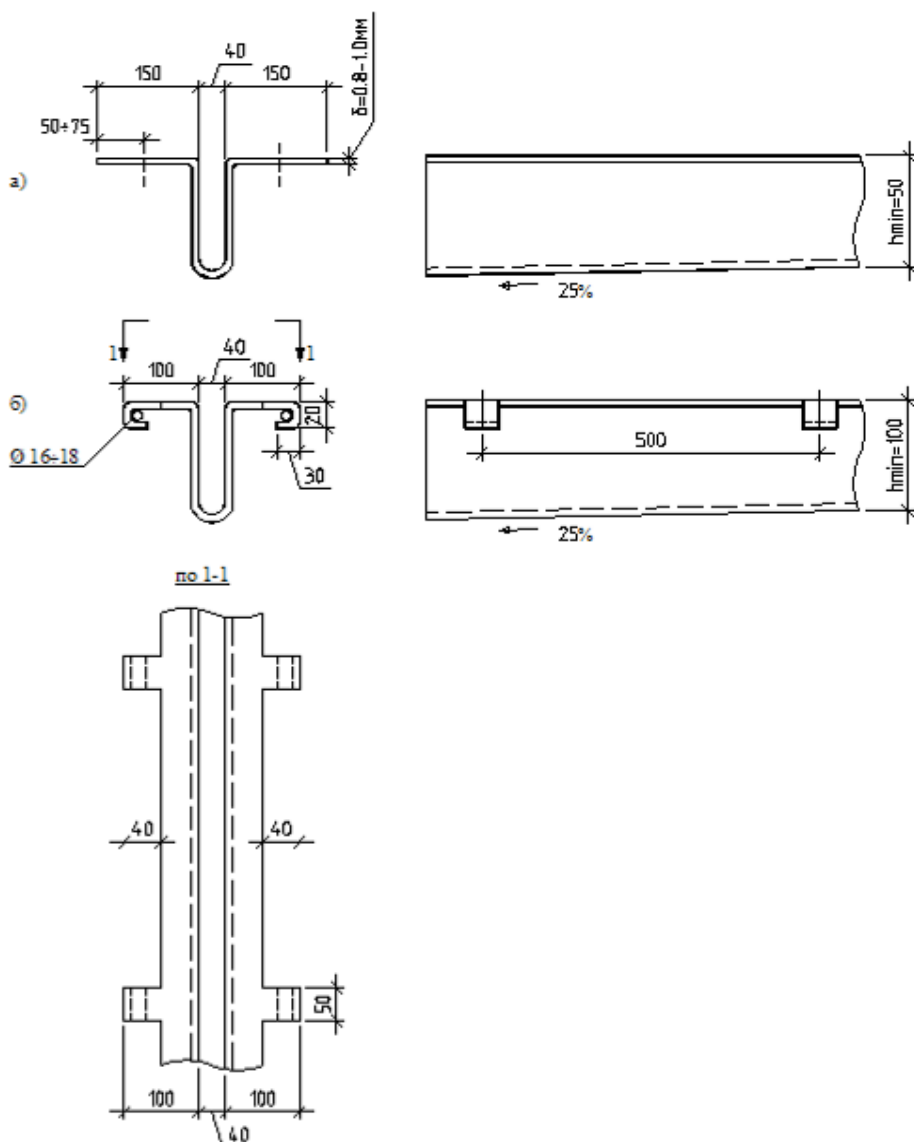
При устройстве КДШ закрытого типа (конструкции №№1-2 в таблице №1) и заполненного типа с мастичным заполнением (конструкции №№5-6 в таблице №1) применяют металлические компенсаторы, изготовленные из латуни или оцинкованного железа. Компенсаторы имеют петлеобразную форму с изменяющейся глубиной петли от оси сооружения до конца тротуарной

консоли (уклон в сторону тротуара не менее 50‰). Возможно использование металлических компенсаторов двух видов с плоскими и загнутыми концевыми участками (усами).

Компенсатор с плоскими «усами» (рис. 10, а) укладывают на выравнивающий слой с предварительно промазанной битумной мастикой поверхностью. Компенсатор пригружают и крепят к выравнивающему слою путём «пристрелки» анкеров («гвоздей»). Шаг крепления 200-250 мм. Перед установкой компенсатора петлевую часть его промазывают снаружи битумным лаком или битумной мастикой.

Компенсатор с загнутыми «усами» (рис. 10, б) устанавливают в проектное положение до бетонирования концевого участка железобетонной плиты. В компенсатор устанавливают продольный стержень (арматура диаметром 14÷16 мм), который фиксируют в «усах» и крепят к арматуре продольных швов моноличивания или к арматуре недобетонированного участка, после чего завершают устройство выравнивающего слоя дорожной одежды. Перед укладкой гидроизоляции поверхность компенсатора промазывают битумным лаком.

Поверх изоляции в петлю компенсатора укладывают пористую ленту толщиной 25-30 мм, обеспечивающую продольный дренаж случайной воды, попавшей в зазор (на гидроизоляцию) в процессе устройства слоёв дорожной одежды на сооружении. В плоскости бетонного защитного слоя устанавливают рейку из пенопласта, которую оставляют в зазоре после устройства защитного слоя. Рейку устанавливают по отметкам, обеспечивающим необходимый поперечный уклон защитного слоя.



а – с плоскими «усами»,
 б – с загнутыми «усами».

Рисунок 10 – Конструкция металлического компенсатора для швов закрытого типа

Для швов закрытого типа с армированием асфальтобетона применяют армирующие сетки (стеклосетки, базальтовые или лавсановые сетки) с ячейками не менее 20 мм и шириной 1,0 м, раскатываемые вдоль оси шва по прогрунтованной поверхности. При толщине покрытия до 70 мм сетку размещают между нижним и верхним слоями покрытия. При толщине покрытия 80-90 мм армирующую сетку располагают под нижним слоем и между слоями покрытия. Не рекомендуется в I строительном-климатическом районе использовать стеклосетки, а в IV СКР – лавсановые сетки.

При устройстве швов с мастичным заполнением (рис. 11) штрабу для заполнения мастикой образуют в покрытии с помощью нарезчика шва. Размер зазора определяется при проектировании в зависимости от температуры воздуха. Перед заливкой мастики на дно вырезанной штрабы укладывают пористый резиновый жгут диаметром 30 мм или сечением 30x20 мм.

При устройстве швов с мастичным заполнением в сооружениях с цементобетонным покрытием штрабу в покрытии образуют при бетонировании с помощью пенопластовой рейки. На дно штрабы перед заливкой мастики укладывают резиновый пористый жгут диаметром 40 мм. Бетонные стенки перед заливкой мастики грунтуют битумным лаком.

На мостовых сооружениях дорог III-V технических категорий с асфальтобетонным покрытием допускается применение конструкций деформационных швов с выходом бетонного прилива на уровень верха асфальтобетонного покрытия. Прилив бетонируется одновременно с бетонированием защитного слоя или добетонированием защитного слоя, если при его устройстве было предусмотрено место для размещения бетонного прилива. Прилив армируют арматурой класса А1. Класс бетона прилива по прочности необходимо принимать не менее В30, и по водонепроницаемости не ниже W8. Между асфальтобетонным покрытием и бетонным приливом устраивают (нарезчиком или с помощью закладной доски) штрабу шириной 20÷30 мм и глубиной 30÷50 мм, заполняемой той же мастикой, которая будет использована для заливки зазора деформационного шва.

Перед заливкой мастики в зазор деформационного шва укладывают рейку из пористого материала (например, из пенопласта), оставляя над ней пространство высотой 50÷70 мм для мастики.

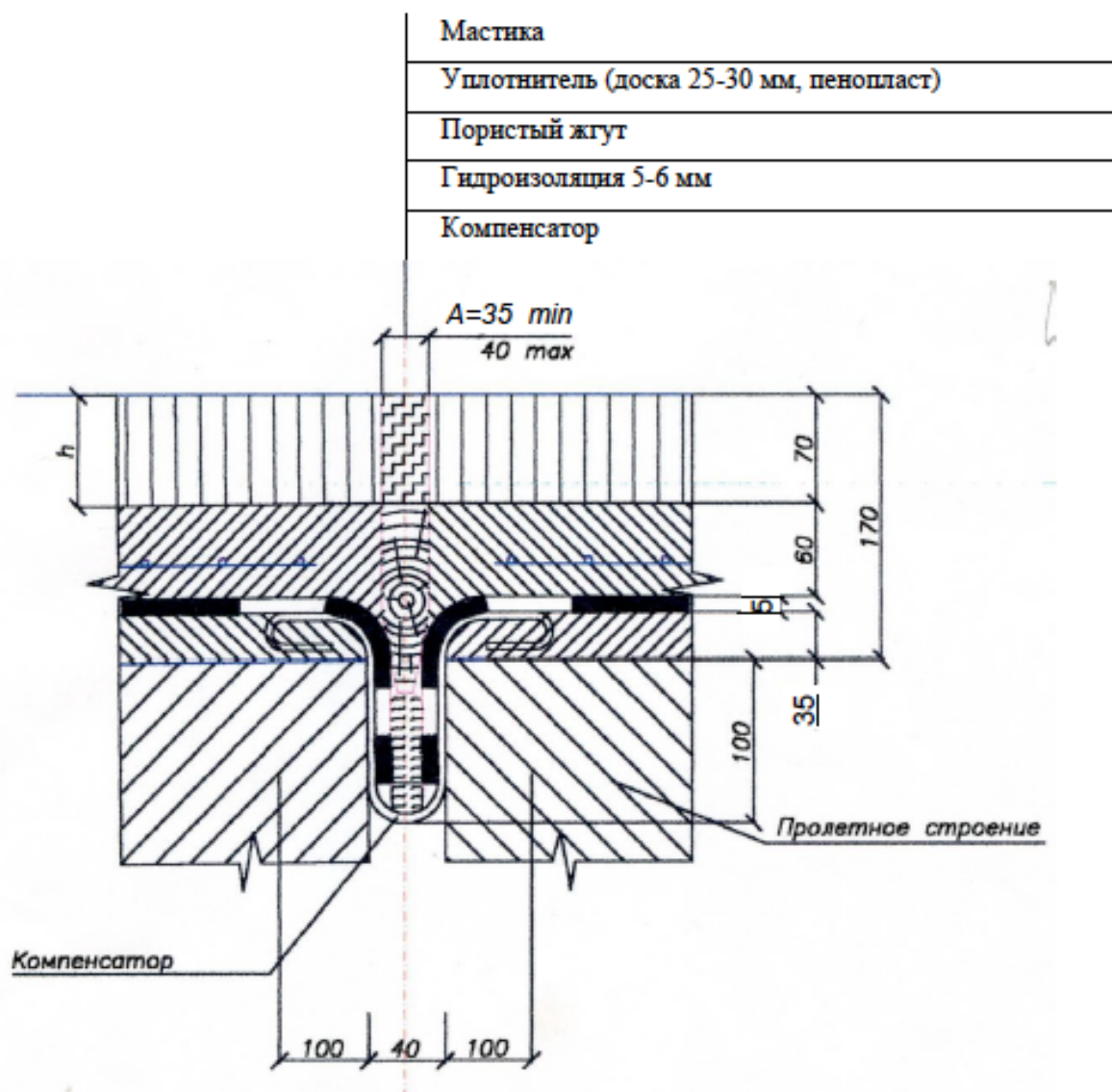


Рисунок 11 – Деформационный шов с металлическим компенсатором

7.2 Устройство швов закрытого типа с щебеночно-мастичным заполнением

Конструкция деформационного шва с щебеночно-мастичным заполнением (№№ 3 и 4 по таблице 1) предусматривает адгезионную анкеровку к поверхности выравнивающего слоя покрытия проезжей части или к поверхности армированного бетонного прилива на конечном участке пролетного строения. Для обеспечения прочности адгезионного соединения применяется бетон прилива с характеристиками, соответствующими приведенными в приложении А. Следует предусматривать укладку асфальтобетонного покрытия, после набора прочности бетона прилива не менее 70 % от проектной.

В уложенном асфальтобетонном покрытии по оси шва разбирается продольная ниша по проектным размерам конструкции будущего деформационного шва. Боковые стенки ниши

следует предусматривать прочными и располагаться параллельно друг к другу. Основание ниши шва и поверхность деформационного шва следует принимать параллельными.

Зазор деформационного шва заполняют уплотняющим материалом и проливают мастикой, на которую сверху укладывают перекрывающий стальной лист. Перекрывающий стальной лист шириной 150-200 мм изготавливают отдельными элементами длиной 1 м (для обеспечения плотного прилегания к поверхности бетона) из стали марки Ст5 по ГОСТ 380 или Ст3 по ГОСТ 6713. Фиксирующие штыри диаметром 14 мм или шириной 14 мм приварены к листу и изготовлены из той же стали, что и листы. Число штырей на 1 лист длиной 1 м - 4 шт. При установке листа на слой мастики штырь утапливается.

Для заполнения ниш шва применяют кубовидный однофракционный щебень из природных горных пород (базальт, габбро, диабаз и гранит), марка по прочности более 120 МПа (1200 кг/кв.см). Размер зерен – 15-20 мм. Щебень готовят в соответствии с ГОСТ 8267, его промывают, просеивают, сортируют и упаковывают в мешки. Перед укладкой в штрабу шва щебень дополнительно проверяют через контрольное сито с размером отверстий №15 и №20; и нагревают в мешалке горячим сжатым воздухом или в специальных жаровнях до температуры 150 °С. Для поверхностного слоя шва применяют гранитные вывески крупностью 5 мм.

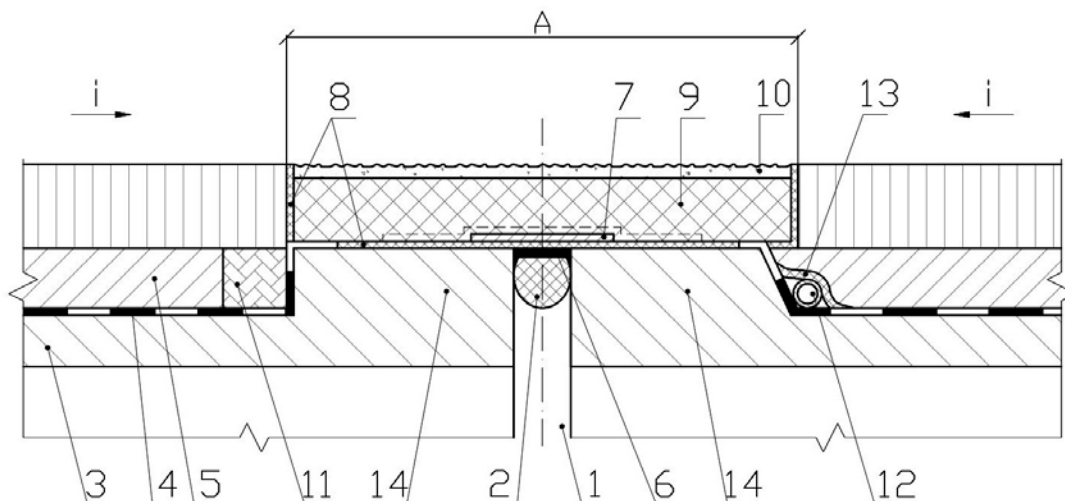
В качестве вяжущего для обработки щебня применяют полимерно-битумную мастику, разогретую до (190±20) °С. Параметры и свойства применяемой мастики, приведены в таблице А3, приложения А.

Подготовка и заполнение ниши шва необходимо осуществлять только при сухой погоде и при температуре на поверхности элементов конструкции более чем 5 градусов. Перед заполнением, поверхность ниши (кромки асфальтобетонного покрытия и поверхность бетонного прилива) очищают от пыли и нагревают до 95°С.

Поверхностную обработку зоны шва выполняют нанесением на последний слой щебня мастики с последующей посыпкой слоя мелкого щебня фракцией до 5 мм.

Глубина ниши соответствует толщине покрытия дорожной одежды (рекомендуется не менее 100 мм и не более 200 мм). Допускаемые отклонения от проектной глубины менее 10 мм, разность высот кромок основания ниши с разных сторон зазора шва ±5 мм, ширины ниши +50 мм, -30 мм.

Движение транспортных средств допускается после охлаждения уложенного материала до температуры наружного воздуха (ориентировочно через 3-5 часов).



- 1 - зазор в плитах между сопрягаемыми пролётными строениями,
 2 – уплотняющий материал,
 3 – выравнивающий слой, 4 – гидроизоляция, 5 – защитный слой,
 6 – мастичное заполнение, 7 – металлический перекрывающий лист,
 8 – герметизирующая мастика,
 9 – щебёночная засыпка, пропитанная мастикой,
 10 – поверхностный защитный слой из мастики и щебня,
 11 – дренаж из щебня на полимерном клее,
 12 – дренаж в виде спирали или перфорированной трубы ($d \sim 20$ мм) из нержавеющей материала, 13 – прокладка из дорнита, 14 – бетонный прилив.

Рисунок 12 – Схема деформационного шва с щебёночно-мастичным заполнением с двумя вариантами дренажа

7.3 Устройство швов с резиновыми компенсаторами

Конструкции деформационных швов с резиновыми компенсаторами доставляют на строительную площадку в собранном виде отдельными блоками, длина которых определена проектной документацией в зависимости от ширины пролётных строений. Температурный зазор между металлическими профилями устанавливают для температуры воздуха в момент предполагаемого монтажа. Резиновые компенсаторы поставляют в бухтах, количество которых соответствует количеству компенсаторов в КДШ. Длина компенсатора в каждой бухте равна длине деформационного шва, включая швы на тротуарах.

Изготовленные блоки металлоконструкций устанавливают в проектное положение на всю длину шва после устройства на остальной части сооружения всех слоёв проезжей части, кроме покрытия. Блоки анкеруют в горизонтальной и вертикальной плоскостях путём сварки анкеров и хомутов с выпусками арматуры из бетона пролётных строений. Необходима временная стыковка

отдельных блоков между собой (например, с помощью привариваемых накладок). В местах, где это возможно стыки блоков сваривают электродами (толщина сварных швов не менее ~4 мм). Анкерные элементы КДШ объединяются в единый арматурный каркас будущего бетонного прилива с помощью дополнительной арматуры (хомуты и отдельные стержни). При этом каждый второй выпуск из бетона следует соединять сваркой с хомутами КДШ.

Арматурные элементы, устанавливаемые вдоль шва, необходимо соединять с хомутами и дополнительной арматурой каркаса. Не менее 30% пересечений стержней объединяют с помощью сварки, в остальных пересечениях стержни соединяют с помощью проволоочной вязки. В сталежелезобетонных пролётных строениях блоки КДШ крепят к приопорным поперечным балкам с помощью дополнительных рёбер, привариваемых к опорным поперечным балкам, или с помощью болтов. При установке опалубки для бетонирования прилива выравнивают границу гидроизоляции (отрезают лишнее), отгибают край гидроизоляции, фиксируя его к опалубочной доске (рис. 13) и надёжно закрепляют всю опалубку.

В конструкциях, в окаймлении которых имеются вертикальные и горизонтальные полки, для исключения образования пустот под горизонтальными полками просверливаются вертикальные отверстия диаметром 8 – 10 мм (по одному отверстию на участке между рёбрами жёсткости). После завершения бетонирования доступные поверхности обстукивают молотком для проверки отсутствия пустот. В случае обнаружения пустот под горизонтальную пластину закачивают полимерцементный состав (через отверстия). Крепление КДШ к ортотропной плите осуществляют с помощью болтов и сварки.

После набора бетоном омоноличивания КДШ прочности, соответствующей классу бетона не ниже В27,5 опалубку разбирают, завершают устройство защитного слоя, устанавливая при этом дренажную систему, после чего укладывают покрытие. Металлические поверхности перед укладкой асфальтобетонного покрытия обрабатывают полимерно-битумным составом. Производство и приемку работ по устройству асфальтобетонных и цементобетонных покрытий осуществляют в соответствии со СНиП 3.06.03-85 [5]. Контроль ровности поверхности покрытия и деформационного шва с учетом нормативных превышений отметок ведется путем измерения просветов под трехметровой рейкой.

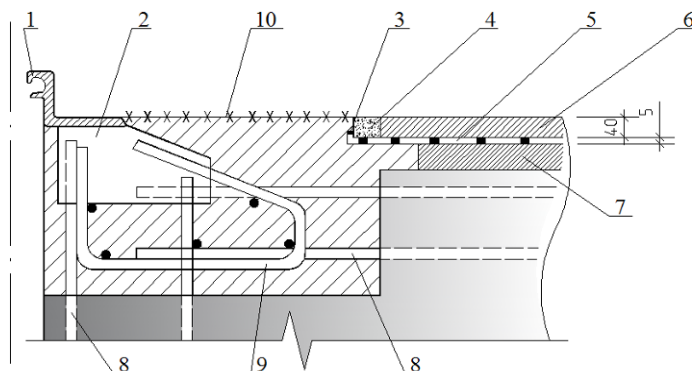
В уплотнённом покрытии на границе с окаймлением прорезают штрабу шириной 20 мм и глубиной 30 ± 5 мм, которую заполняют герметизирующей мастикой или устраивают участок примыкания покрытия к деформационному шву из щебеночно-мастичной смеси, обладающей повышенными прочностными, демпфирующими и герметизирующими свойствами.

Завершающей операцией по устройству КДШ является установка резинового компенсатора и его закрепление (заклинивание или запасовка). Перед установкой компенсаторов

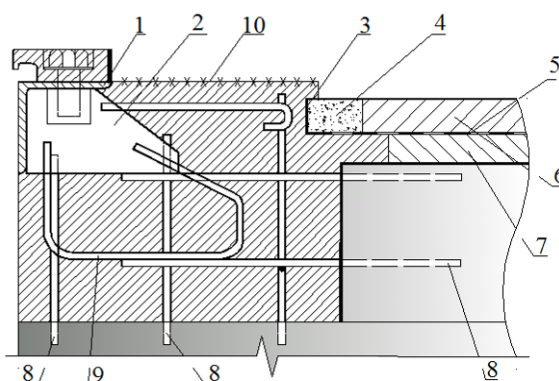
место их размещения очищают, продувают и смазывают гидроизолирующими мастиками (например, силиконовыми).

Конструкции швов с резиновыми компенсаторами устанавливают с использованием монтажных рам, обеспечивающих проектные отметки, нахождение верха КДШ и верха покрытия в одной плоскости, соблюдение установочного зазора между окаймлениями и исключение изменения ширины просвета между окаймлениями в процессе бетонирования. Все временные ограничители зазоров и монтажные рамы убирают после набора бетоном монолитивания прочности, соответствующей классу бетона не ниже В20.

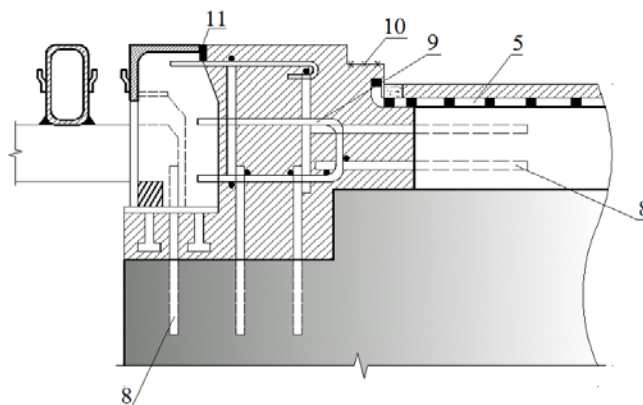
а)



б)



в)



- а – анкеровка окаймления с креплением резинового компенсатора запаской;
- б – анкеровка окаймления с болтовым креплением резинового компенсатора;
- в – анкеровка окаймления модульного деформационного шва с резиновым компенсатором

1 – окаймление, 2 – ребро жёсткости, 3 – гидроизоляция (кромка поднята),
 4 – дренажный материал, 5 – гидроизоляция поверх выравнивающего слоя или монолитного бетона пролётного строения, 6 – защитный слой,
 7 – выравнивающий слой, 8 – выпуски арматуры из бетона, 9 – хомут КДШ,
 10 – поверхностная пропитка бетона, 11 – мастика перед окаймлением.

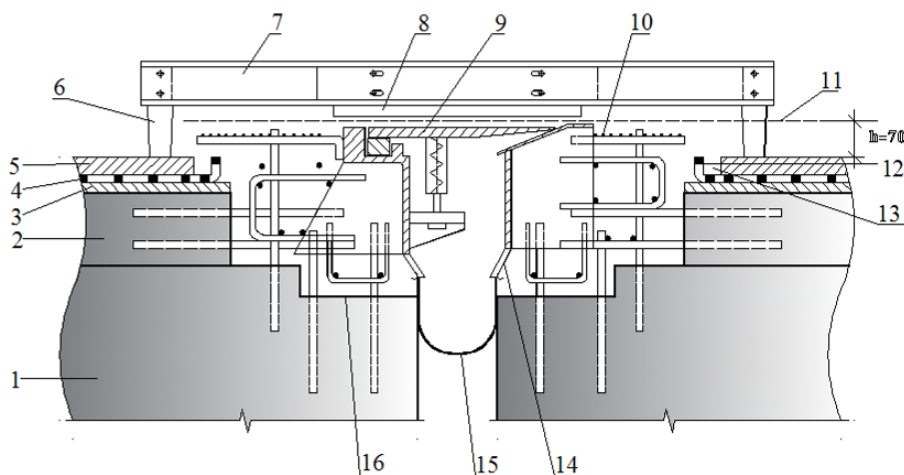
Рисунок 13 – Схемы анкеровки некоторых конструкций деформационных швов в железобетонных пролётных строениях

7.4 Устройство швов со скользящими стальными листами и плитами

Конструкции деформационных швов со скользящими листами, гребёнчатыми и резинометаллическими плитами поставляют на строительную площадку блоками, изготовленными под конкретную установочную температуру воздуха. Если в реальных условиях монтажа температура воздуха изменилась по сравнению с температурой, под которую собраны КДШ, изменение установочных размеров в рассматриваемых конструкциях осуществляют на стройплощадке с помощью установочных рам. Положение установочной рамы приведено на рис. 14.

Перед бетонированием выполняют следующие работы:

- устанавливают конструкцию деформационного шва в проектное положение; перед установкой на пролётном строении следует укладывать выравнивающий слой (3), гидроизоляцию (4) и защитный слой (5) до проектных отметок;
- закрепляют металлоконструкции в образованной нише, соединяя все выпуски арматуры из бетона с анкерами (хомутами);
- устанавливают дополнительную арматуру для вязки пространственного каркаса как в плоскости железобетонной плиты (2), так и в пределах поперечной балки (16);
- устанавливают водоотводный лоток (10).



1 – балка (стенка) пролётного строения, 2 – железобетонная плита, 3 – выравнивающий слой, 4 – гидроизоляция, 5 – защитный слой, 6 – опора монтажной рамы, 7 – монтажная рама, 8 – элемент, фиксирующий положение окаймления, 9 – скользящий скошенный лист, 10 – арматурная сетка, 11 – расчётная поверхность покрытия толщиной 70 мм, 12 – загибаемый конец гидроизоляции (перед бетонированием), 13 – пространство для дренажа, 14 – козырьки для водоотводного лотка, 15 – водоотводный лоток, 16 – поперечная балка

Рисунок 14 – Конструкция деформационного шва ПС-С-150, установленная с помощью монтажной рамы:

Омоноличивание конструкции деформационного шва осуществляют в 2 этапа. На первом этапе бетонирование ведут до верха защитного бетонного слоя (поз. 5 на рис. 14). При этом край гидроизоляции следует отогнуть (поз.12 на рис. 14), а пространство (канал 13), где предстоит укладывать дренажный материал, закрывают на время доской или пенопластовым брусом. При наборе бетоном прочности, соответствующей классу В20, раму разбирают, подтягивают пружину до требуемого уровня, из дренажа удаляют временную закладную доску, укладывают дренажный материал. После этого устраивают опалубку для бетонирования верхней части. Перед бетонированием укладывают противоусадочную арматуру или сетку из проволоки диаметром 4-5 мм (поз.10 на рис. 14).

После набора прочности бетона второго уровня укладывают покрытие. В месте его сопряжения с бетоном прилива в верхнем слое покрытия устраивают штрабу и заполняют её мастикой.

При использовании в качестве скользящих элементов гребенчатых плит, либо в конструкциях с консольными гребенками, при сборке монтажных блоков необходимо обеспечить, чтобы зазоры между отдельными гребенками были одинаковы с каждой стороны гребенки. Рекомендуемые минимальные значения зазоров в гребенчатых листах приведены на рис. 15.

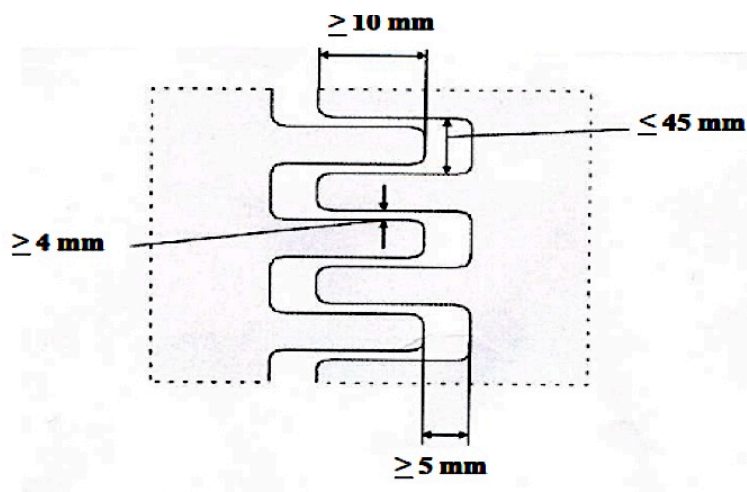


Рисунок 15 – Рекомендуемые допуски для конструкций гребенчатых деформационных швов

8 Рекомендации по содержанию и ремонту деформационных швов

8.1 Общие положения

Работы по содержанию и ремонту КДШ проводятся, как правило, в рамках содержания мостовых сооружений, предусмотренного «Классификацией» [6] с периодичностью, указанной в Приказе №157 Минтранса РФ [7].

Замена швов на новые может проводиться при содержании мостового сооружения, если речь идёт о конструкциях закрытого типа и несложных конструкциях заполненного типа (№№ 1-11 в таблицах 1 и 2). Эти работы учитываются при планировании планово-предупредительных ремонтов (ППР) на мостовых сооружениях на основании результатов диагностики.

Для замены швов сложных конструкций (конструкции №№ 12-25 в таблицах 3 и 4) разрабатывают проект. Основанием для определения вида работ для восстановления работоспособности конструкций деформационных швов является оценка их технического состояния, определяемая в соответствии с ОДН [9].

Оценки состояния, выставляемые по пятибалльной системе, означают следующее:

- оценка «отлично» (5) – работоспособность конструкции не нарушена, обеспечена комфортность движения; за КДШ осуществляется уход;
- оценка «хорошо» (4) – работоспособность незначительно нарушена, но комфортность движения при расчётных скоростях сохраняется; осуществляются профилактические работы;
- оценка «удовлетворительно» (3) – работоспособность нарушена; комфортность нарушена, но сохраняется плавность движения; КДШ требуют незначительного ремонта в рамках содержания моста;
- оценка «неудовлетворительно» (2) – плавность движения нарушена, но ремонтпригодность сохраняется; КДШ требуют ремонта с заменой некоторых деталей;
- оценка «аварийно» (1) – движение по сооружению сопряжено с опасностью; резко сокращаются допустимые скорости движения; конструкции неремонтпригодные, требуется замена КДШ.

Содержание и ремонт конструкций деформационных швов осуществляют при содержании мостовых сооружений, к которому относят следующие работы:

а) нормативное содержание (уход):

- очистка от грязи пазов для перемещения листов, зазоров в швах, поверхностей деталей швов с мастичным и резиновым заполнением и перекрытого типа;

- очистка и смазка механизмов сложных конструкций швов;

- заливка трещин в покрытии в зоне деформационного шва;

- устранение протечек через деформационный шов подтяжкой болтов заклиной резинового компенсатора;

- очистка от снега и льда пазов для перемещения листов и зазоров в швах заполненного типа, водоотводных лотков под деформационными швами перекрытого типа.

б) сверхнормативное содержание (профилактика):

- заливка мастикой швов с предварительной их очисткой от старой мастики и грунтовкой;

- закрепление скользящих листов (в случае их отрыва) или установка недостающих пружин;

- замена покрытия в зоне швов или переходной зоны примыкания покрытия к деформационному шву;

- восстановление водоотводных лотков;

- локальное восстановление щебёночно-мастичного заполнения (конструкции швов №3 и №4 по табл. 1);

- заполнение пустот в бетоне под горизонтальными листами окаймления;

- замена резиновых компенсаторов (в немодульных конструкциях)

в) смешанные работы по содержанию (планово-предупредительный ремонт – ППР):

- замена деталей конструкций (заполнение швов с резиновыми компенсаторами в модульных конструкциях, скользящих листов или узлов их крепления, водоотводных лотков);

- усиление (замена) анкеровки окаймления;

- замена (устройство) бетонного прилива;

- восстановление (замена) изоляции у швов с устройством дренажа, восстановление (переделка) узла сопряжения дорожной одежды с деформационным швом.

- замена участков швов с щебёночно-мастичным заполнением.

На планово-предупредительный ремонт составляют проект, утверждаемый Заказчиком работ (органом управления дорожным хозяйством), ориентируясь на имеющуюся ведомость дефектов и повреждений.

Состав работ по содержанию и ремонту деформационных швов закрытого и заполненного типа с мастичным заполнением приведён в Приложении Б.

8.2 Работы по содержанию и ремонту конструкций деформационных швов закрытого типа и швов с мастичным заполнением

8.2.1 Особенности профилактических работ по содержанию асфальтобетонного покрытия в зоне деформационного шва.

Волны, выбоины и наплывы, образующиеся на асфальтобетонном покрытии в зоне шва, ликвидируют вырубкой или разогревом с последующим удалением лишних и поврежденных материалов.

Работы с вырубкой старого асфальтобетона включают: очистку поверхности ремонтируемого места от грязи; разметку границ участка; вырубку поврежденного асфальтобетонного покрытия и удаление его с места работ; разогрев кромок асфальтобетона; обработку стенок и основания вырубке слоем битума; укладку асфальтобетонной смеси; уплотнение асфальтобетона.

Для заделки выбоин используют горячие и теплые асфальтобетонные смеси, отвечающие ГОСТ 9128, того же вида и состава, что и ремонтируемое покрытие или другие асфальтобетонные смеси с более высокими техническими показателями, рекомендуемыми ОДМ 218.2.002-2009.

Заделку трещин в асфальтобетонном покрытии над швом производят, как правило, весной и осенью в прохладную сухую погоду, когда трещины наиболее раскрыты. Работы по заделке трещин:

- в случае необходимости производят разделку трещины распиливанием на глубину 30 мм фрезой, рабочий орган которой выполнен в виде звездочек из твердосплавных металлов, или машинами с дисковыми пилами небольшого диаметра;
- очищают трещины от пыли и грязи при помощи щеточной машины (вращение щетки осуществляется против движения) или стальных щеток и продувают горячим воздухом;
- производят герметизацию трещин мастиками с техническими показателями в соответствии с ГОСТ 30740-2000;

- загерметизированные трещины присыпают сухой каменной мелочью (0-5 мм) или крупнозернистым песком.

8.2.2 Ремонт и замена заполнения швов

Мастику шва заменяют в тех случаях, когда заполняющий материал выкрошился или имеются зазоры между ним и вертикальными стенками асфальтобетонного покрытия (как правило, 1 раз в 5-8 лет). Предварительно перед герметизацией паз шва освобождают от поврежденной старой мастики и очищают поверхность заполнения. Работы выполняют при температуре воздуха не ниже плюс 5 °С.

Очистку швов производят с помощью навесного оборудования передвижной ремонтной установки или вручную металлическими узкими скребками. Очищенные щеточной машиной от пыли и грязи стенки и дно паза шва продувают сжатым воздухом с последующей тщательной просушкой.

Деформационные швы заполняют мастикой на битумной или полимерной основе. При заполнении швов мастиками на основе битума применяют специальные заливщики с терморубашкой. В этом случае рекомендуется следующая последовательность работ:

- подготавливают подгрунтовочный материал;
- тщательно очищают швы и продувают их сжатым воздухом;
- в случае если рекомендовано производителем мастики грунтуют стенки швов;
- заполняют шов мастикой выше уровня покрытия на 2-3 мм (в случае просадки мастики необходимо произвести доливку);

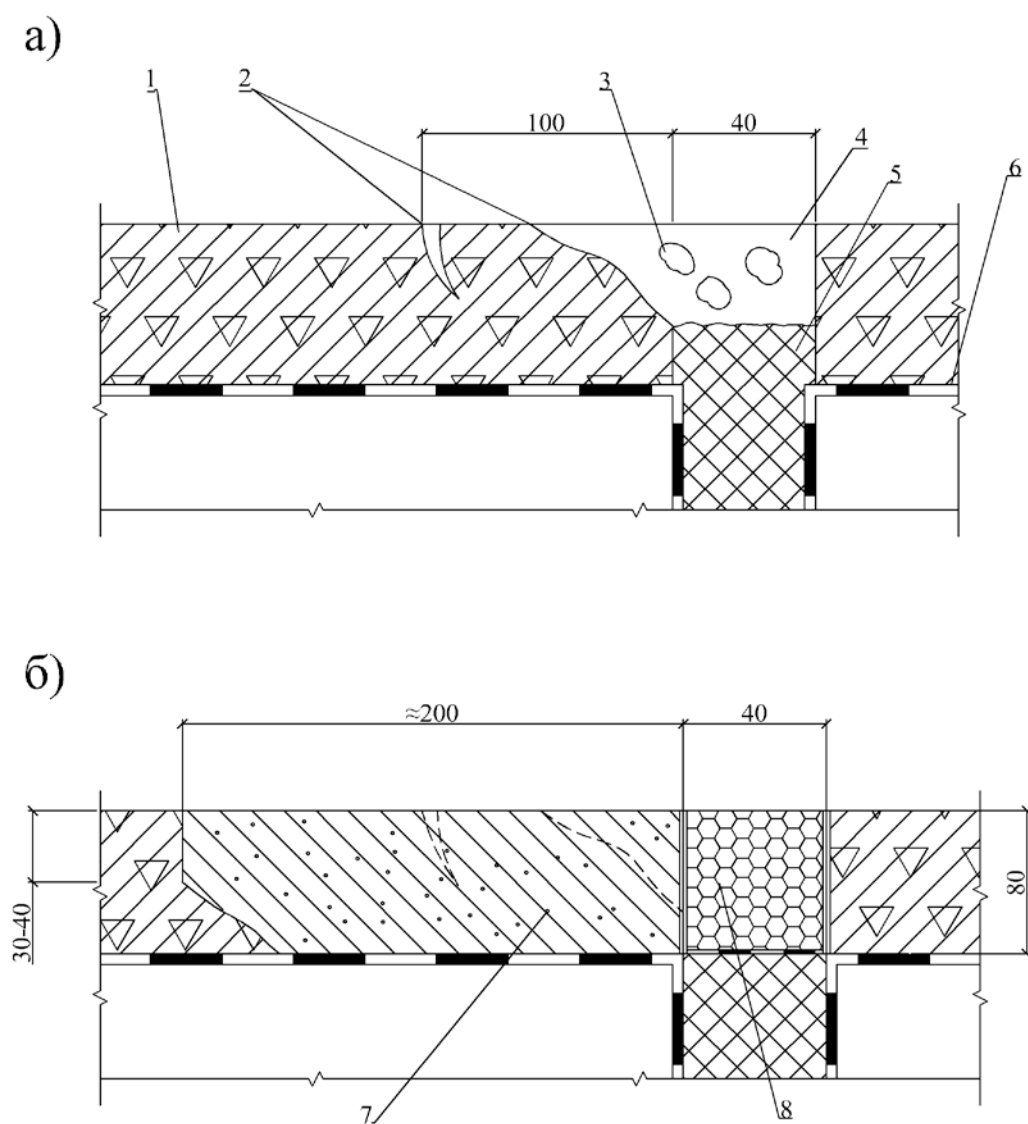
8.2.3 Ремонт бетонного покрытия у швов

Поврежденное место первоначально маркируют и оконтуривают с помощью нарезчика швов с алмазными дисками. Удаляют разрушенный бетон пневмоинструментом с малой энергией удара (специальным перфоратором, игольчатым пистолетом) и тщательно очищают (продувают) место ремонта от пыли, продуктов разрушения бетона. Далее производят ремонт участка с использованием специальных ремонтных растворов в следующей последовательности:

- производят просушку боковых поверхностей и дна камеры в случае использования полимерных материалов или увлажнение в случае использования цементных материалов;
- для устранения сколов кромок швов после выполнения подготовительных работ в шов вставляют соответствующей ширины планку, рекомендуется применять мягкую опалубку (например, пенопласт) с пропиткой антиадгезионным составом;
- приготавливают и наносят грунтовочный материал на боковые грани и дно камеры (в случае, если предусмотрено применение грунтовочного материала);

- укладывают ремонтный состав и производят отделку поверхности и уход;
- производят гидрофобную пропитку отремонтированного участка;
- удаляют из шва мягкую опалубку. В случае использования пенопласта его удаляют из паза шва при помощи щеточной машины;
- производят герметизацию зазора мастиками с техническими показателями в соответствии с таблицей А.3 (Приложение А)

На рисунке 16 приведена схема ремонта скола кромки бетонного покрытия у шва.



- 1 - существующий бетон; 2 - скол кромки и трещина в бетоне; 3 - щебенка;
 4 - грязь; 5 - деформационный шов; 6 - гидроизоляция;
 7 - свежеложенный ремонтный раствор; 8 - мягкая опалубка

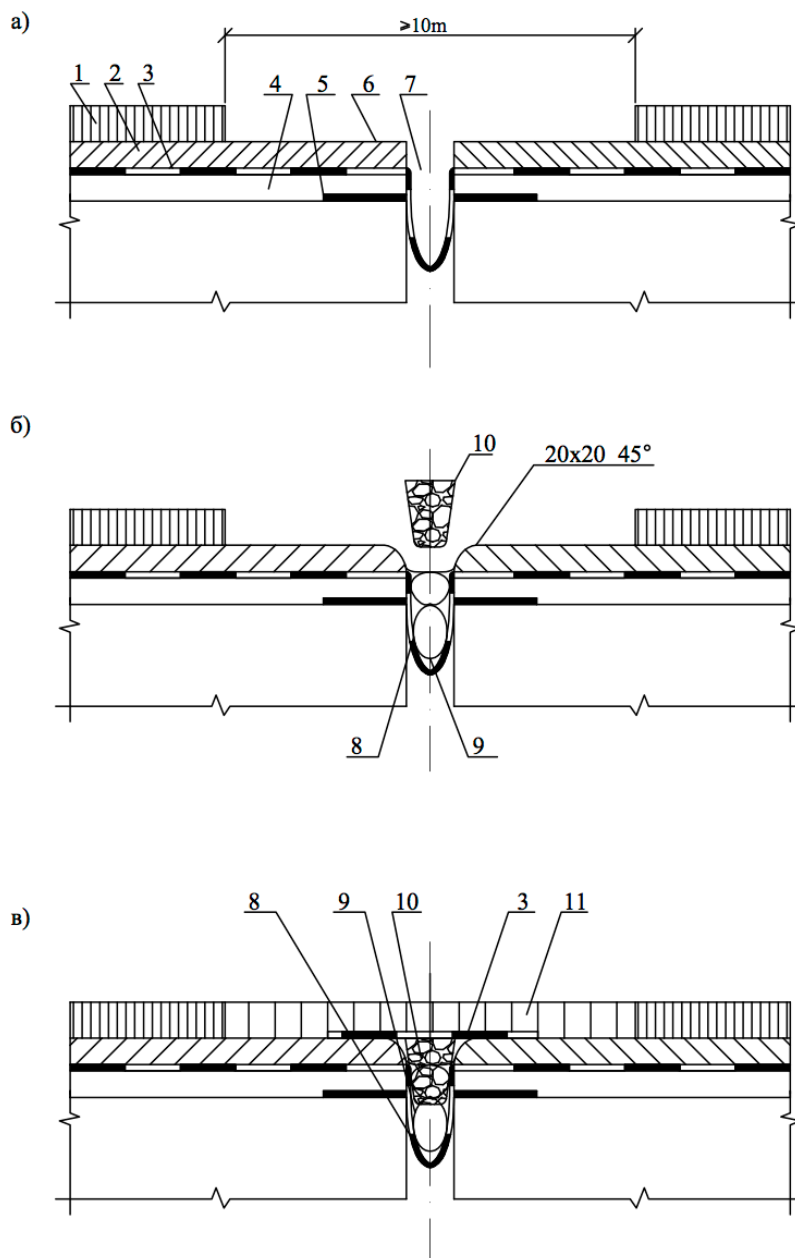
Рисунок 16 - Схема ремонта скола кромки бетонного покрытия у шва:
 а - до ремонта; б - после ремонта

8.2.4 Восстановление слоев одежды мостового полотна у швов закрытого типа

При наличии трещин, бугров и появлении признаков просачивания воды через шов закрытого типа его следует вскрыть, удалить покрытие, а также грязь из компенсатора и разрушенную мастику, затем заполнить зазор новой мастикой и перекрыть шов асфальтобетонным покрытием. Основные этапы работ по замене покрытия над швами закрытого типа приведены на рис. 17.

Асфальтобетонное покрытие вырубают на ширину, превышающую ширину поврежденного участка на 0,6 м (общая ширина вырубки не менее 1 м; см. рис. 17, а). Длина вырубаемого участка вдоль шва на 0,4 м превышает половину габарита проезжей части. При отсутствии в конструкции шва уплотнителя в уровне защитного слоя, кромки бетона срубают под углом примерно 45° на 20 мм с каждой стороны. Зазор продувают, а наклонную грань защитного слоя выравнивают цементным или полимерным раствором. После очистки зазоры заполняют мастикой и пористыми вкладышами. Вначале разливают мастику по стыкам шва, исходя из расхода 1,5-2,0 л на 1 м шва. Втапливают в мастику пористый вкладыш (гернит, поролон, канат). После укладки одной нитки разливают в зазоры между вкладышами и стенками второй раз мастику, при этом следует не превышать уровень гидроизоляции. При глубокой петле компенсатора в зазоре могут быть проложены 2-3 нитки вкладыша, которые проходят до конца плиты крайней балки.

В зазор в уровне защитного слоя заклинивают уплотнитель (см. рис. 17, б); все щели заливают мастикой. При ширине зазора до 25 мм кромки защитного слоя можно не скалывать, а в качестве уплотнителя можно использовать доску (рейку) соответствующей толщины без сколов под клин. При толщине защитного слоя более 40 мм уплотнитель следует делать составным из доски и набитых на нее реек, опирающихся на скошенные кромки шва. Верх уплотнителя следует располагать не выше верха защитного слоя. Перед укладкой покрытия поверхность защитного слоя очищают, на уплотнитель приклеивают один слой гидроизоляции, а всю поверхность врубки грунтуют. К ремонтным работам целесообразно готовить сразу несколько швов с тем, чтобы асфальтобетонное покрытие укладывать и уплотнять на большей площади.

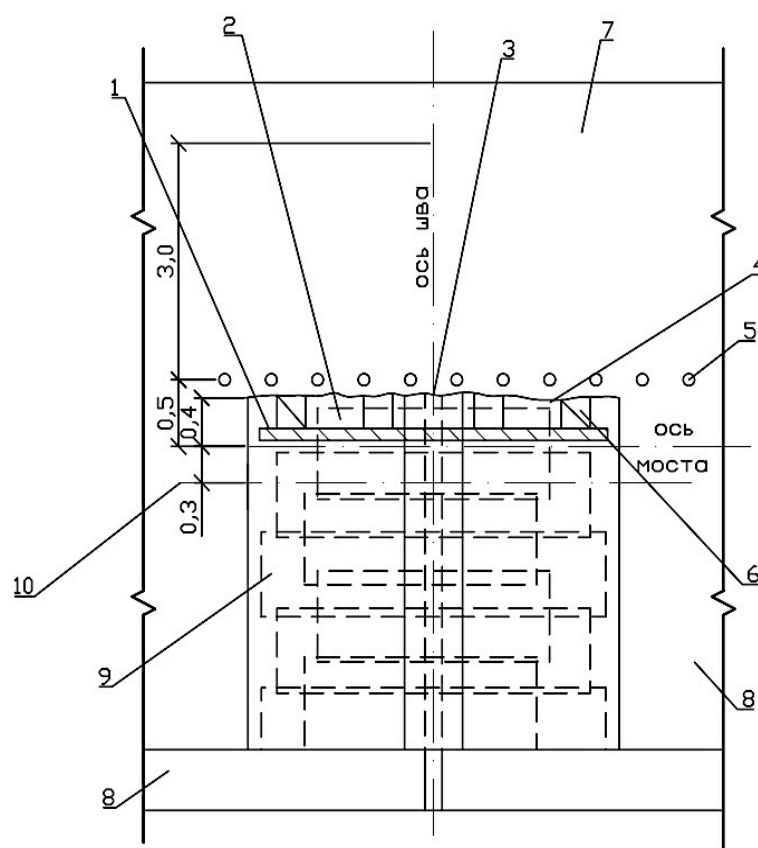


- а - вырубка покрытия, очистка зазора;
- б - заполнение зазора, заклинивание уплотнителя;
- в - укладка покрытия

1 - асфальтобетонное покрытие; 2 - защитный слой; 3 - гидроизоляция;
 4 - выравнивающий слой; 5 - компенсатор; 6 - вырубленное покрытие; 7 – очищенный зазор;
 8 - мастика; 9 - пористый наполнитель; 10 - уплотнитель; 11 - новое покрытие

Рисунок 17 - Этапы ремонтных работ по замене асфальтобетонного покрытия у швов закрытого типа

При замене асфальтобетона в швах с армированным покрытием вырубку делают шириной, превышающей на 0,5 м ширину армирования. На подготовленную поверхность разливают эмульсию (или вяжущее) и приклеивают к ней армирующую сетку, раскатывая вдоль моста (начало от тротуара) с перехлестом 5 см (рис. 18). Края сетки пригружают валиком асфальтобетонной смеси. В вырубку устанавливают ограничительную доску толщиной 40-50 мм и фиксируют ее с помощью упоров, затем на слой армирующей сетки укладывают нижний слой асфальтобетонного покрытия, располагают его по длине шва, превышающей половину габарита проезжей части. По свежему слою покрытия раскатывают второй слой армирующей сетки, переставляют ограничительную доску и укладывают верхний слой покрытия. Работы на второй половине шва повторяют.



- 1 - ограничительная доска; 2 - нижний слой армирующей сетки;
 3 - уплотнитель зазора в уровне защитного слоя;
 4 - граница вырубki асфальтобетона; 5 - ограждающие конусы; 6 - упоры;
 7 - существующее покрытие; 8 - тротуар; 9 - верхний слой армирующей сетки;
 10 - ось расположения ограничительной доски при укладке верхнего слоя покрытия

Рисунок 18 - Схема укладки армирующей сетки при замене покрытия в швах закрытого типа с армированным асфальтобетоном

При разрушении защитного слоя более чем на 10 см от кромки шва восстановление защитного слоя выполняют с использованием специальных ремонтных растворов на основе цементных или полимерных материалов. Асфальтобетонное покрытие укладывают на защитный слой после набора прочности отремонтированного участка не менее 25 МПа.

8.3 Работы по содержанию и ремонту деформационных швов с резиновыми компенсаторами и швов перекрытого типа.

8.3.1 Заполнение пустот под окаймлением

Наличие пустот определяют простукиванием окаймления сверху.

Ремонтные работы выполняют в следующей последовательности [11]:

- сверлят отверстия в верхней части окаймления между ребрами жесткости, в 30-40 мм от обушка диаметром от 6 до 12 мм в зависимости от конструкции штуцера (шприца);
- очищают и сушат поверхность бетона прилива и металла в полостях под металлическим окаймлением, для этого полости под окаймлением обрабатывают горячей воздушной струей;
- герметизируют нижнюю часть окаймления (со стороны зазора) для предупреждения высыпания используемых материалов;
- заполняют полости (пустоты) полимерраствором.

В связи с ограниченной жизнеспособностью ремонтных растворов следует приготавливать в одном замесе только такое его количество, которое может быть переработано до начала полимеризации (10-15 мин). Жизнеспособность растворов составляет 20-30 мин, в течение, которого их необходимо полностью использовать.

Для облегчения приготовления ремонтного раствора на строительной площадке целесообразно предварительно подготовить на весь предполагаемый объем работ двухкомпонентный состав, содержащий в качестве первого компонента ремонтный раствор без отвердителя, а в качестве второго компонента - отвердитель (инициатор полимеризации).

8.3.2 Восстановление водонепроницаемости резинового заполнения шва

Водонепроницаемость резинового заполнения, а, следовательно, и всей КДШ нарушается в случаях:

- нарушения целостности полотна компенсатора;
- выпасовки компенсатора из посадочной ниши (при заклинке компенсатора запасовкой);
- ослабления болтового крепления компенсатора;
- отрыва фиксаторов от уголка окаймления.

Герметизация заполнения (фиксатора) предусматривает устранение этих недостатков: каждого в отдельности или всех вместе в зависимости от конструктивных особенностей крепления резиновых компенсаторов.

Повторная заправка компенсатора производится в соответствии с регламентом на устройство деформационного шва с использованием специального инструмента и приспособлений, применяемых для различных видов компенсаторов.

8.3.3 Замена бетонного прилива

а) Частичная замена (рис.19, а)

Технологией предусматривается замена слабого бетона на полимер-бетон с одновременным восстановлением заполнения, заменой компенсатора (при необходимости) и заполнением пустот под уголками.

Работы выполняют в следующей последовательности:

- нарезают продольную штрабу (границу будущего полимербетонного прилива) в примыкающем асфальтобетонном покрытии;
- удаляют слабый бетон с оголением имеющейся в приливе арматуры;
- просверливают в уголках контрольные отверстия;
- очищают и сушат оголенную поверхность бетона, пропитывают ее жидким полимерным вяжущим, совместимым с материалом бетонирования прилива;
- устанавливают опалубку;
- заполняют опалубку полимерраствором или полимербетоном.

Перед пропиткой поверхность необходимо высушить на глубину 5-15 мм до остаточной влажности 1-1,5 % сушильными устройствами, обеспечивающими необходимую степень сушки при температуре бетона 110-250 °С. Перед пропиткой высушенные бетонные поверхности необходимо охладить до температуры 30-35 °С. Пропиточный состав путем розлива наносят на поверхность в 2 слоя с последующим разравниванием валиками, кистями, после чего укрывают ее полиэтиленовой пленкой или металлическим щитом.

б) Полная замена прилива (рис.19, б)

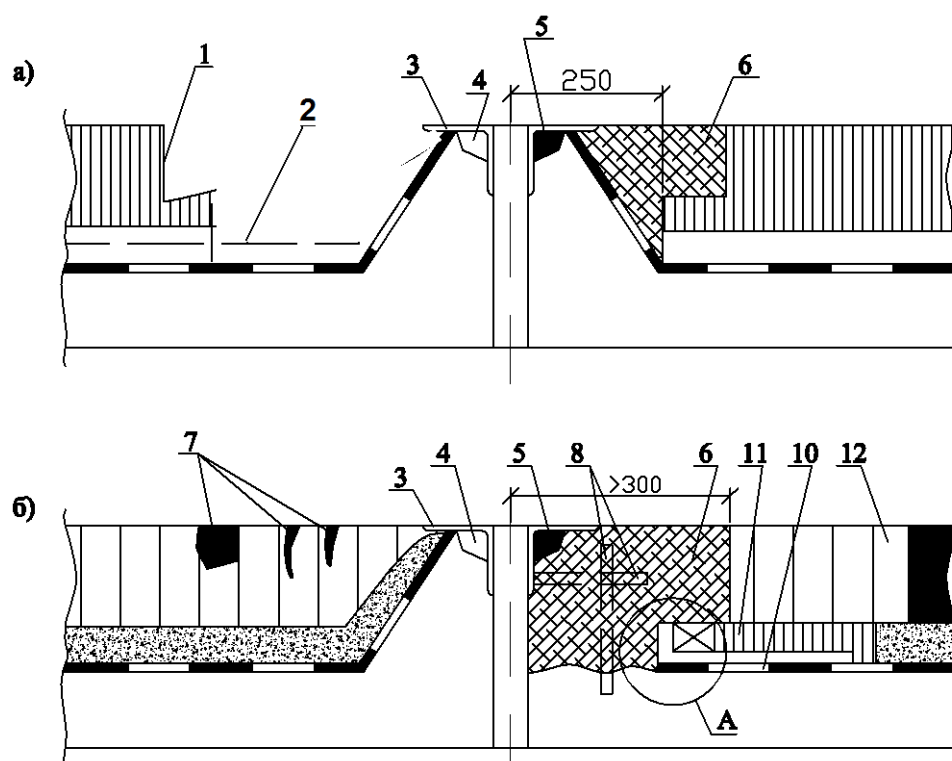
Работы выполняют при разрушении бетона прилива, а также примыкающих слоев одежды с асфальтобетонным покрытием.

Последовательность проведения работ следующая:

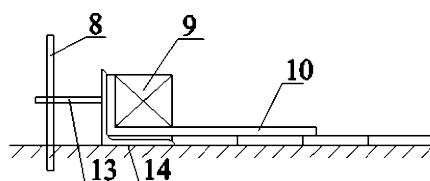
- нарезают продольную штрабу на расстоянии от шва до неповрежденного покрытия (не менее 300 мм) в примыкающем асфальтобетонном покрытии;
- удаляют покрытие и старый бетон прилива;

- удаляют поврежденную изоляцию (на расстоянии от окаймления 0,2-0,25 м);
- устанавливают дополнительные анкера в бетоне конструкций пролетных строений и анкера, привариваемые к ребрам жесткости окаймления;
- усиливают гидроизоляцию (укладывают дополнительный слой на поврежденный участок или заменяют поврежденный участок гидроизоляции);
- устраивают дренаж;
- восстанавливают защитный слой бетона (например, полимерраствором);
- сверлят контрольные отверстия в уголке;
- очищают, продувают, сушат поверхность бетона и грунтуют ее пропиточными составами;
- устраивают полимербетонный прилив;
- инъецируют полимерраствор через контрольные отверстия в уголке;
- укладывают асфальтобетонное покрытие в примыкании (сопрягают с существующим покрытием).

Взамен полимербетона может использоваться тяжелый бетон марок В35, F300, W10 или быстротвердеющие высокопрочные цементно-песчаные смеси с добавлением щебеночного заполнителя (марка не ниже В35).



Узел А (возможное решение)



а - частичная;

б - полная;

1 - удаленная часть прилива; 2 - оголенная арматура; 3 - окаймление; 4 - пустоты под окаймлением; 5 - контрольные отверстия в окаймлении; 6 - полимербетонный прилив; 7 - разрушенное асфальтобетонное покрытие в примыкании к шву; 8 - дополнительные анкеры в конструкции и окаймлении; 9 - дренаж; 10 - дополнительная изоляция; 11 - полимербетонный раствор защитного слоя; 12 - новое асфальтобетонное покрытие; 13 - распорка; 14 - уголок размером 60x60 мм.

Рисунок 19 - Замена прилива

8.3.4 Усиление анкеровки окаймления КДШ перекрытого типа

При ремонте швов перекрытого типа может быть использована технология восстановления или устройства нового бетонного или полимербетонного прилива, проиллюстрированная на рис. 19. При необходимости может быть использована комплексная технология ремонта:

- восстановление или устройство системы прижатия скользящих листов (гребенок) к окаймлению, предусматривающее установку новых пружин и укладку упругих прокладок;
- усиление анкеровки окаймления с восстановлением примыкающих слоев дорожной одежды.

При усилении окаймления швов перекрытого типа с использованием полимербетона на основе эпоксидной смолы или бетона повышенной прочности и плотности работы выполняют в следующей последовательности.

1. Удаляют слои одежды (до железобетонной плиты) и оголяют верх окаймления (рис. 20, а).

2. Устанавливают закладные детали (ЗД) на оголенную поверхность железобетонной плиты (рис. 20, б). Для этого:

- размечают положения ЗД таким образом, чтобы они располагались напротив ребер жесткости окаймлений;

- сверлят отверстия диаметром 18 – 20 мм в пролётном строении и заполняют их клеем (глубина отверстия 100-120 мм, глубина заполнения - 50 мм);

- устанавливают на клей ЗД таким образом, чтобы анкера входили в отверстия с клеем, и прижимают каждую закладную деталь пригрузом 30 кг.

3. После отверждения клея в анкерных отверстиях к ребрам жесткости приваривают дополнительные стержни, прикрепленные заранее к ЗД и воспринимающие усилие, передаваемое на окаймление.

4. Нарастивают окаймление дополнительным ограничительным ребром и бетонируют прилив до уровня верха этого ребра, предварительно выполнив работы по:

- устройству арматурного каркаса бетонного прилива;

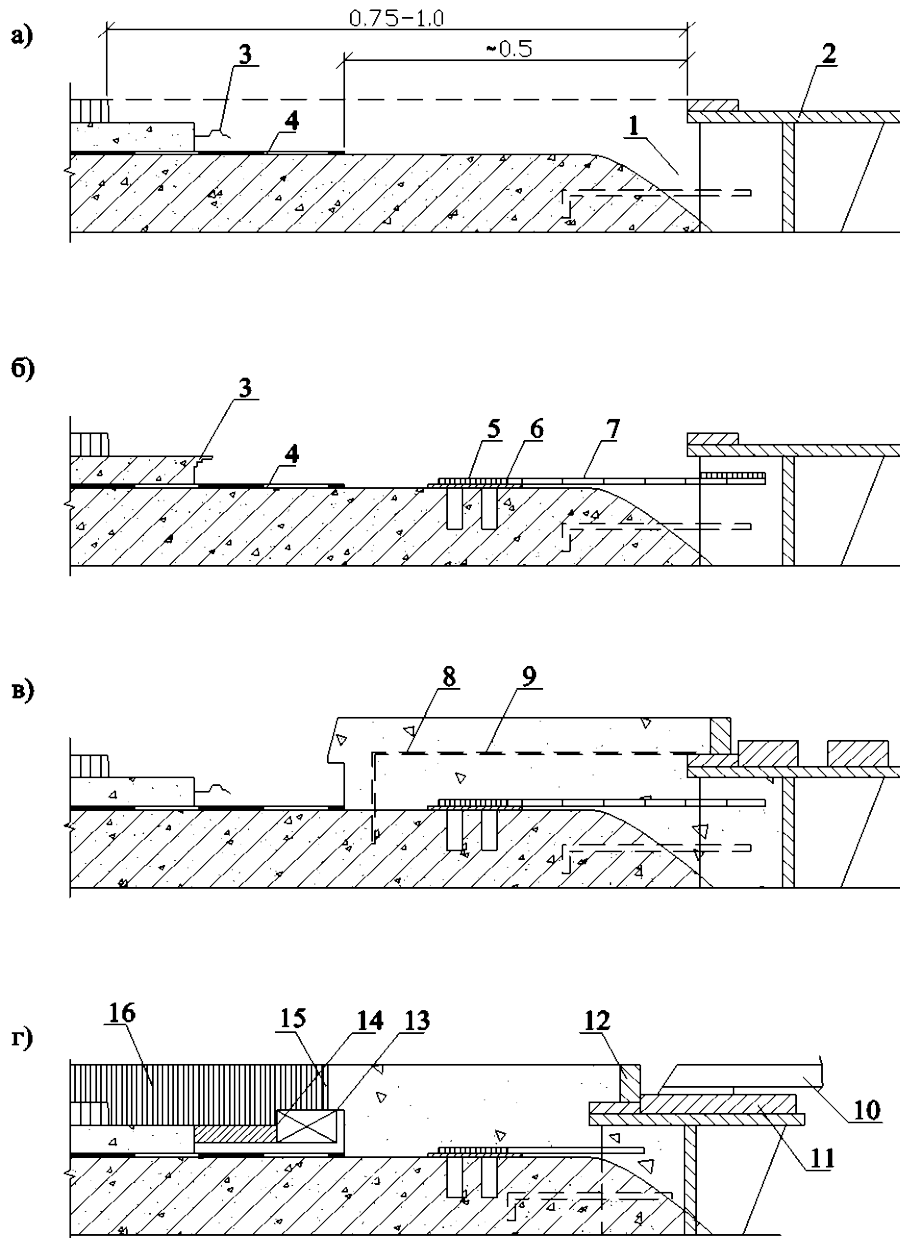
- грунтовке поверхности бетона в случае использования полимерных составов (рис. 20, в).

5. Осуществляют ремонт элементов перекрытия, в том числе устанавливают отсутствующие резиновые прокладки и восстанавливают примыкающие слои дорожной одежды, в частности (рис. 20, г):

- усиливают гидроизоляцию;

- устраивают дренаж в уровне существующего защитного слоя;

- укладывают покрытие с устройством, при необходимости, переходного участка с повышенными прочностными характеристиками.



- 1 - вырубленный слой одежды и бетон плиты;
 2 - окаймление; 3 - оголенная арматура защитного слоя;
 4 - гидроизоляция; 5 - закладная деталь; 6 - анкера закладной детали;
 7 - горизонтальный стержень усиления анкеровки шва;
 8 - арматурная сетка каркаса; 9 - бетон омоноличивания
 (полимербетон, бетон на БТЦ); 10 - скользящий лист;
 11 - упругая прокладка; 12 - дополнительное ребро;
 13 - загнутый край изоляции; 14 - дренаж; 15 - зазор с мастикой;
 16 - новое покрытие

Рисунок 20 - Этапы (а, б, в, г) усиления анкеровки окаймления КДШ перекрытого типа

По границе асфальтобетонного покрытия с бетонным приливом прорезают штрабу глубиной около 40 мм и шириной 20 мм, которую заполняют мастикой, применяемой в швах заполненного типа (мастика исключает появление трещин по контакту покрытия с бетоном).

Покрытие на разбираемом участке шва может быть выполнено из специальных щебеночно-мастичных смесей с повышенной прочностью и водонепроницаемостью (без устройства штрабы с мастикой).

Восстановление защитных (антикоррозийных) покрытий открытых поверхностей металлических элементов деформационных швов производится в соответствии с рекомендациями ОДМ [10].

8.4 Замена КДШ при ремонте пролетных строений

8.4.1 Определение правильности применения конструкций деформационных швов по величине перемещений

Решения о замене конструкций принимаются в случаях, если:

- КДШ имеют предельный износ;
- КДШ применены не по назначению, т.е. когда фактические (расчётные) перемещения концов пролётных строений превышают перемещения, допускаемые для используемой конструкции;
- Применяются КДШ более высокой степени надежности.

Типы и конструкции деформационных швов выбирают по суммарным перемещениям концов пролётных строений в трёх направлениях: в продольном, вертикальном и поперечном с учётом их знаков «плюс» или «минус».

8.4.2 Основные этапы работ по замене КДШ

Для случая замены существующих конструкций с мастичным заполнением на швы с резиновыми компенсаторами предварительно выясняют возможность дальнейшего применения имеющегося окаймления без усиления или с усилением его анкеровки. Если использование не допускается, порядок работ по подготовке концов пролетных строений может быть принят следующим:

- вырубают слои одежды у шва (рис. 21, а);
- размечают положение новой конструкции и устанавливают закладные детали в бетоне (рис. 21, б, в);
- устанавливают по отметке конструкцию шва, приваривая ребра жесткости к стальной полосе;

- размещают каркас для бетонного (полимербетонного) прилива и бетонируют примыкание (рис. 21,г);

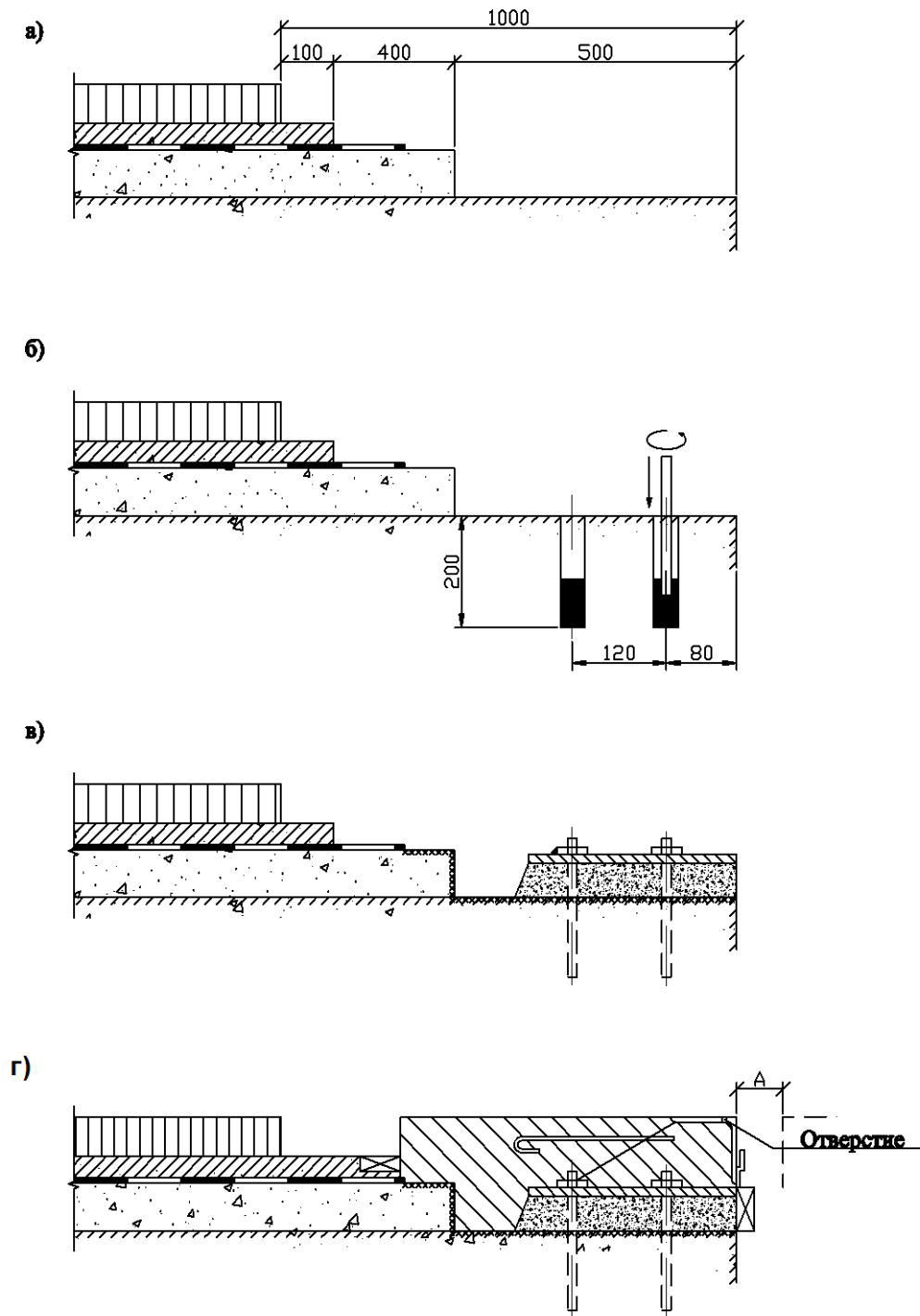
- восстанавливают поврежденные кромки защитного слоя методом пропитки и устраивают дренаж;

- восстанавливают покрытие у шва.

В применяемом окаймлении деформационного шва необходимо предусматривать контрольные отверстия (в полке у угла окаймления – рис. 21,г, по одному на участке между рёбрами жёсткости из листовой стали), предназначенные для обеспечения полноты заполнения бетона под горизонтальной полкой окаймления. Диаметр отверстий - $6\div 8$ мм.

При бетонировании прилива вибрирование смеси прекращают тогда, когда из контрольных отверстий в окаймлении начнет вытекать цементное молоко. Если после затвердения бетона в отверстиях образовались щели (пустоты), в них закачивают герметизирующий полимерный состав, заполняющий возможные пустоты под окаймлением.

При монтаже конструкций и устройстве одежды мостового полотна соблюдают требования по технике безопасности, оговоренные в документах, используемых при строительстве мостов.



- а - вырубка слоев одежды;
- б - установка анкеров;
- в - гидрофобизация и закрепление пластин;
- г - монтаж шва и омоноличивание

Рисунок 21 - Последовательность ремонтных работ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Материалы, применяемые в деформационных швах

Стальные элементы конструкций швов изготавливают из сталей, предусмотренных сводом правил [1] (таблица 8.2 СП). В частности, могут быть использованы следующие марки сталей:

- 16Д, 15ХСНД, 15ХСНД-2, 10ХСНД, 10ХСНД-2, 15ХСНД-3, 15ХСНДА-3, 09Г2С и 09Г2СД по ГОСТ 6713 – для элементов, изготавливаемых из листовой стали;

- 15ХСНД, 10ХСД, 09Г2С и 09Г2СД – для уголков по ГОСТ 8509 и 8510;

- ВСт5сп2 по ГОСТ 380 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки и общие технические требования» - только для окаймлений.

- ВСт3сп5 ГОСТ 380 или 16Д по ГОСТ 6713 - для закладных деталей и других элементов конструкций, подвергающихся сварке (короба, крышки, упоры и т.п.).

Для анкерных выпусков и армирования монолитных участков у швов применяют арматуру периодического профиля класса АII по ГОСТ 5781 «Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций» и ГОСТ 380.

Бетон омоноличивания окаймления и бетон приливов у деформационных швов необходимо предусматривать классом по прочности не ниже В30, марку по водонепроницаемости не ниже W8 и марку по морозостойкости 200 или 300 для районов со средней температурой воздуха наиболее холодного месяца (по [2]) до минус 10 °С и ниже соответственно.

Перечень материалов, используемых для изготовления конструкций модульных деформационных швов приведен в таблице А1.

Таблица А.1 - Перечень и марки материалов, используемых для изготовления конструкций деформационных швов с резиновым компенсатором

№	Наименование детали	Материал	ГОСТ, EN
1	2	3	4
1.	Крайний и промежуточные профили	Крайний профиль S235JR Или Сталь Ст 3Сп Средний профиль S355J2G3 или S235JR 17Г1С или Сталь Ст 3Сп	EN 10025 ГОСТ 8509-86 EN 10025 ГОСТ 19281-89
2.	Анкер пластинчатый	09Г2С 15ХСНД, 10ХСНД	ГОСТ 19281-89 ГОСТ 6713-91

Окончание Таблицы А.1

№	Наименование детали	Материал	ГОСТ, EN
1	2	3	4
3.	Анкер стержневой.	Ст 3 сп	ГОСТ 2590-2006
4.	Резиновый компенсатор	резина	ГОСТ 263-75 ГОСТ 270-75* ГОСТ 7912-74* ГОСТ 13808-79*
5.	Скоба, стыковочная накладка, торцевая пластина	Ст 3 сп	ГОСТ 380-2005
6.	Короб для траверсы	Ст 3 сп	ГОСТ 380-2005
7.	Траверса	09Г2С	ГОСТ 19281-89
8.	Эластомерные пружины	Резины на основе этилен-пропиленового каучука	ОДМ 218.2.002-2008
9.	Двухтавровая балка	Ст 3 сп	ГОСТ 535-2005
10.	Лист скольжения	Нержавеющая сталь	ГОСТ 5582-75

Таблица А.2 - Показатели физико-механических свойств резиновых компенсаторов

№	Наименование показателей	Метод	Значение
1.	Твердость по Шор А, единицы Шор А	ГОСТ 263-75	70±5
2.	Условная прочность при растяжении, МПа (кг/см ²) не менее	ГОСТ 270-75*	7,5(75)
3.	Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	ГОСТ 270-75*	200
4.	Относительная остаточная деформация при статической деформации сжатия 20 % в течении 24 ч при температуре 100 °С, %, не более	Гост 9.029-74* метод Б	50
5.	Температурный предел хрупкости, °С, не выше	ГОСТ 7912-74*	- 55
6.	Диапазон рабочих температур, °С,		от -55 до +80
7.	Сопротивление раздиру, кгс/см, не менее	ГОСТ 262-93	20
8.	Коэффициент морозостойкости по эластичному восстановлению после сжатия при температуре -50 °С, не менее	ГОСТ 13808-79*	0,2
9.	Озоностойкость (при 20%-ном растяжении и температуре 40°С после 70 ч испытания под концентрацией 100 pphm)	ГОСТ 9.026-74*	Без трещин
10.	Сопротивление старению резины через 72 ч при температуре 100°С, %: изменение твердости изменение прочности при разрыве изменение относительного удлинения	ГОСТ 9.024-74*	Max±15 Тоже ≤40

Таблица А.3 - Рекомендуемые характеристики мастик на основе битумных вяжущих

№ п/п	Показатели	Норма	Метод испытания
1.	Внешний вид (отсутствие признаков расслоения, комков и сгустков)	Однородная масса эластично-пластичной консистенции	Визуально: отсутствие комков при процеживании через металлическое сито 2,5*2,5 мм
2.	Температура размягчения по методу КиШ, °С	Более +98	Гост 11506-73*
3.	Глубина проникания иглы при температуре +25°С, 0.1 мм при температуре 0°С, 0.1 мм	55 45	Гост 11501-78
4.	Теплостойкость: отсутствие стекания на плоскости $\alpha=75$ за 5ч, мм, при +60°С при +75°С	0 0	Гост 25945-98
5.	Температура липкости, °С	Не ниже 75	ГОСТ 30740
6.	Гибкость на стержне d=10 мм, °С	Ниже минус 50	Гост 2889-80
7.	Относительное удлинение, %, при -20°С	Более 210	Гост 2678-94 (образец тип 2)
8.	Прочность сцепления на отрыв с металлом с бетоном; Мпа	Не менее 0,8 Не менее 0,8	По п.6 Приложения 2 ВСН 11-72 Минавтодора РСФСР
9.	Водопоглощение, %	<0.1	Гост 26589-94

Таблица А.4 – Составы пропиточных материалов

Компоненты составов полимеррастворов	Содержание компонентов, вес. ч., в составах				
	1	2	3	4	5
Метилметакрилат	100	100	100	100	100
Жидкий каучук СКН-18-1А	40-50	40-50	-	40	46
Полистирол	-	-	5-7	2	0,5
Парафин	0,5	0,5	0,5	-	-
Эпоксидная смола ЭД-16, ЭД-20, ЭД-1	-	-	-	100	54
Перекись бензоила	-	6-8	6-8	6-8	100
Диметил анилин	-	2-3	2-3	2-3	-
Кварцевый строительный песок	100-300	-	100-300	-	-
Тонкомолотый наполнитель	50-100	100-300	100-300	500	700
ПЭПА	-	-	-	6-7	-

Антикоррозионная защита

Для защиты от коррозии конструкций деформационных швов применяется антикоррозионные материалы различных фирм изготовителей. Выбор лакокрасочных покрытий производится в зависимости от системы покрытий.

Антикоррозионное покрытие наносится на поверхности КДШ, соприкасающиеся с наружным воздухом, и в местах вероятного попадания влаги. На элементы КДШ, подлежащие дальнейшему омоноличиванию антикоррозионное покрытие не наносится, перед бетонированием их следует очистить от консервантов и ржавчины.

В качестве грунтовки и покрытия могут применяться лакокрасочные материалы, допущенные к применению в металлических пролетных строениях.

Покрытие наносится слоями толщиной 80 мкм. При этом общую толщину покрытия с грунтовкой необходимо обеспечить не менее 240 мкм.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Пример определения расчетных перемещений для КДШ и установочного размера

1. Основные данные по сооружению

Сталежелезобетонное пролетное строение по схеме: разрезное 42,5 м + неразрезное 3х63 м + разрезное 42,5 м. Мост расположен на прямом горизонтальном участке дороги. Опоры массивные железобетонные. Опорные части подвижные и неподвижные установлены по схеме, приведенной на рис. Б.1. Габарит - Г-11,5+2х0,75 м. Нагрузки А-14 и НК-100. Расположение - вблизи г. Санкт-Петербурга.

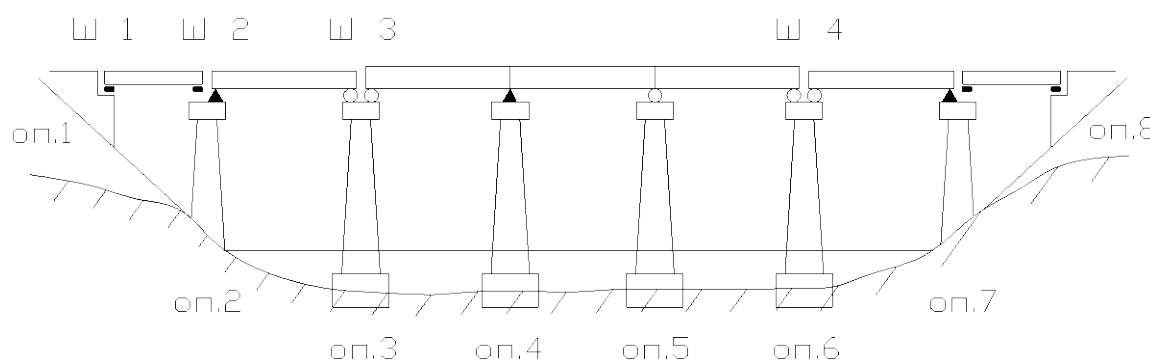


Рисунок Б.1

2. Перемещение от температурных перепадов

Температура воздуха местности по СНиП 23-01-99.

T_{\min} - среднесуточная с обеспеченностью 0,92 - минус 30 °С.

$T_{\max} = 20,5 + 11,9/2 \approx 27$ °С.

(20,5 - температура воздуха с обеспеченностью 0,95; 11,9—среднесуточная амплитуда воздуха наиболее жаркого месяца).

Дополнительный прогрев фасадов не учитываем.

$$T = T_{\max} + \delta T + T_{\min}$$

$$\delta T = 5 \text{ град}$$

По формуле (4) $\Delta_T = L \alpha_T T^* \gamma$, получаем:

$$\text{Для шва Ш3: } \Delta_{T3} = (42,5 + 63) \times 1,2 \times 10^{-5} \times (27 + 5 + 30) \times 1,2 = 0,09419 \text{ м} \approx 94,2 \text{ мм.}$$

$$\text{Для шва Ш4: } \Delta_{T4} = (42,5 + 2 \times 63) \times 1,2 \times 10^{-5} \times (27 + 5 + 30) \times 1,2 = 0,15043 \text{ м} \approx 150,5 \text{ мм.}$$

3. Перемещения от усадки бетона плиты

Деформации от ползучести не учитываем, поскольку по проекту напряжения в бетоне от

2-ой части постоянной нагрузки не превышают $0,2 R_B$.

Перемещения концов пролетных строений с монолитной плитой от усадки бетона принимаем с учётом 7.32 «Свода правил» [1] равными:

$$\Delta_{\delta 3} = L_3 \varepsilon_{shr} \gamma = 105500 \times 2 \times 10^{-4} \times 1,1 \approx 23 \text{ мм}$$

$$\Delta_{\delta 4} = L_4 \varepsilon_{shr} \gamma = 168500 \times 2 \times 10^{-4} \times 1,1 \approx 37 \text{ мм.}$$

4. Перемещения от временной нагрузки

Перемещения определяем для двух случаев.

а) загружаются пролетные строения с двух сторон от оси шва;

б) загружаются пролетные строения с одной стороны от оси шва.

При этом рассматриваются случаи загрузки одной и двух полос движения. Перемещения считаем по величинам углов поворота над порами, подсчитываемым через кривизну балок (п. 3.112 и 3.113 СНиП 2.05.03-84*). Результаты расчета представлены в таблице Б.1.

Таблица Б.1

Показатель	Загружаются две полосы		Загружается одна полоса	
	ШЗ	Ш4	ШЗ	Ш4
а) пролетные строения L=42,5				
- прогиб	1/1000	1/1000	1/1500	1/1500
- угол поворота				0,0027
- смещение нейтральной оси, мм	0,0040	0,0040	0,0027	
- смещение от поворота сечения, мм	-8*	-8	-5	-5
	4*)	4	2,5	2,5
- перемещение кромки шва, мм	-4	-4	-2,5	-2,5
б) пролетные строения L=63М				
- прогиб	1/1000	1/1100	1/1400	1/1600
- угол поворота				
- смещение нейтральной оси, мм	0,0040	0,0036	0,0029	0,0026
- смещение от поворота сечения, мм	-9	0	-6	0
	5	5	4	3
- перемещение кромки шва, мм	-4	5	-2	3
в) суммарные перемещения в шве:				
- загружается 1 сторона	-4	-4 (+5)	-2,5	-2,5 (+3)
- загружается 2 стороны	-8	1	-4,5	0,5
Примечание - *) - положительный знак - перемещения в направлении от оси шва (раскрытие зазора), отрицательный знак - к оси шва (закрытие зазора).				

Перемещения от торможения при наличии неподвижных опорных частей не учитываются.

Сопоставляя между собой значения перемещений по табл. Б.1, приходим к выводу, что расчетным случаем является загрузка двух полос движения, причем для шва над опорой 4 (Ш-4) в случае загрузки одного из двух примыкающих к шву пролетных строений (-4 мм + 5 мм), а для шва над опорой 3 (Ш-3) - двух пролетных строений (-8 мм).

Суммарные перемещения в швах:

для шва Ш3 $\Delta_{вр,3} = 8$ мм

для шва Ш4 $\Delta_{вр,4} = 9$ мм.

5. Расчетные перемещения

$\Delta_{р,3} = 95$ (округленно) + 23 + 8 = 126 мм

$\Delta_{р,4} = 151$ (округленно) + 37 + 9 = 197 мм. (см. рис Б.2)

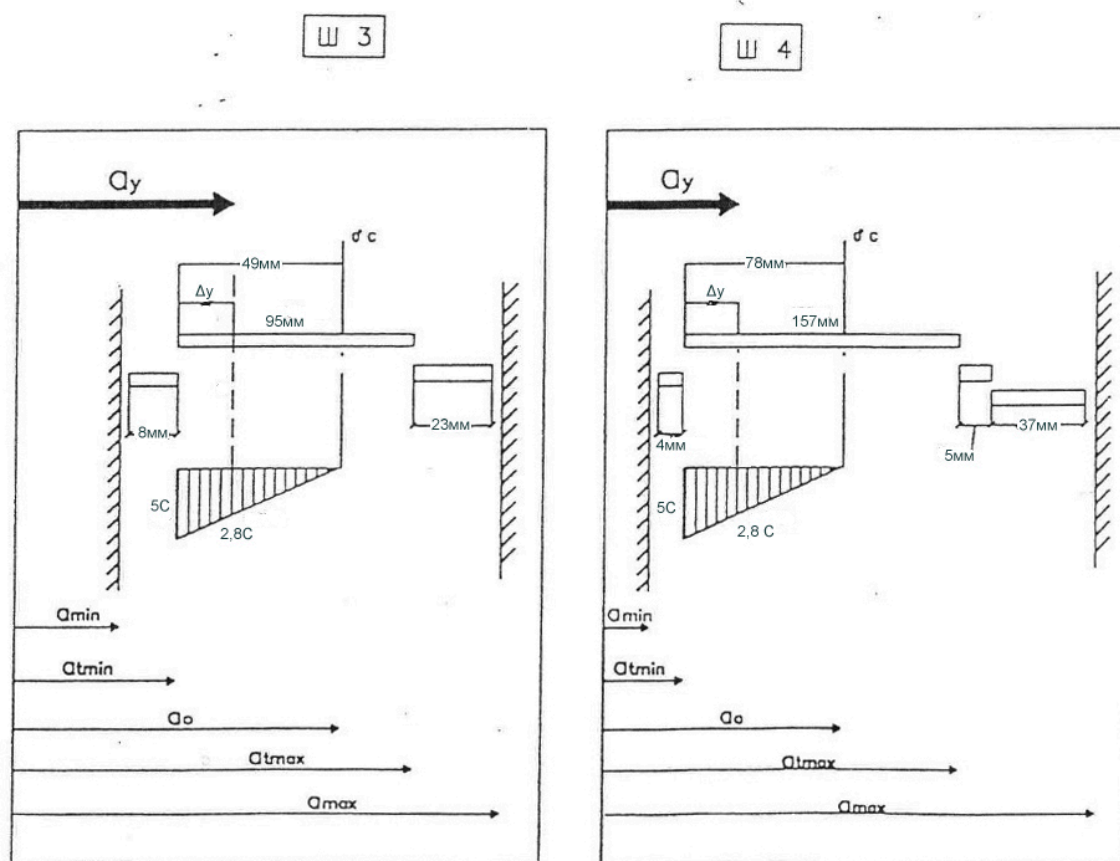


Рисунок Б.2

Следует применять конструкции швов

Над опорой 3 – с допускаемыми продольными перемещениями более 126 мм

Над опорой 6 – с допускаемыми продольными перемещениями более 197 мм

6. Температура установки и установочный размер

Перед установкой конструкции деформационного шва регулируют расстояние «а» между окаймляющими элементами в зависимости от температуры наружного воздуха и температуры конструкции в момент установки. Определяющей является температура конструкции пролетного строения с учетом дополнительного нагрева плиты проезда и отставания температуры конструкции от изменяющейся температуры воздуха.

Для определения установочного размера «а_y» прежде всего следует определить положение окаймлений при максимальной температуре за вычетом из Δ_p перемещений от временной нагрузки, то есть размер $a_{t \max}$. и положение окаймлений при минимальной температуре за вычетом из Δ_p перемещений от временной нагрузки и от воздействия ползучести, то есть размер $a_{t \min}$. Начинать следует от наименьшего размера. Например, к предельному значению $a_{t \min}$ для конструкции добавляем перемещение от временной нагрузки, действующее в сторону уменьшения зазора, то есть:

$$a_{t \min} = a_{\min} + \Delta_{vp}$$

Тогда:

$$a_{t \max} = a_{t \min} + \Delta_t$$

Далее определяют размер «а» при расчетной нулевой температуре – a_0 .

Температуру конструкции на момент установки определяем по величине средней температуры воздуха за предшествовавшие сутки $t_{cp,c}$ с добавлением приращения температуры βt° , равного

- для железобетонных и сталежелезобетонных пролетных строений
- для стальных пролетных строений

$$T_{\max 1} = T_{\max} + \delta T$$

Прогрев фасада не учитываем ($K=1,0$).

Тогда установочный размер будет равен

$$a_y = a_{t \min} + \Delta_y = a_{t \min} + [T_{\max} - (t_{cp,c} + \beta t^\circ)] * L * \alpha * \gamma$$

где L - длина, с которой собираются перемещения;

α - коэффициент линейного расширения, равный для стальных и сталежелезобетонных конструкций $1,2 \times 10^{-5}$ и для железобетона конструкций $1,0 \times 10^{-5}$;

γ - коэффициент надежности, равный 1,2.

На момент установки среднесуточная температура за прошедшие сутки составила плюс 15 °С.

Определяем последовательно a_{\min} , a_{\max} , a_0 , и a_y .

для ШЗ - $a_{\min} = 110$ мм;

для Ш4 - $a_{\min} = 210$ мм.

Далее для швов ШЗ и Ш4.

Таблица Б.2

Параметр	ШЗ	Ш4
a_{\min}	110+8=118мм	210+4=214 мм
a_{\max}	118+95=213 мм	214+151=365 мм
$a_0 = a_{\min} + T_{\max} \Delta t / T$	118+(27+5)x95/62=118+49=167 мм	214+(27+5)x151/62=214+78=292 мм
	5x15/27=2,78 ° C	
$\Delta_y = [T_{\max} - (t_{\text{ср.с}} + \beta t^\circ)] \times L \times \alpha \times \gamma$	[32 - (15+2,78)]x(42,5+63) x1,2 x 10 ⁻⁵ x1,2=21,6=22 мм	[32 - (15+2,78)]x(42,5+2x63) x1,2 x 10 ⁻⁵ x1,2=34,5=35 мм
$a_y = a_{\min} + \Delta_y$	118+22=140 мм	214+35=249 мм

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Состав работ по содержанию и ремонту деформационных швов закрытого и заполненного (с мастичным заполнением) типов

Таблица В.1 - Виды и состав работ по содержанию и ремонту

№п/п	Вид дефекта или повреждения	Причина неисправности	Вид и состав работ по классификации [6]
1	2	3	4
Швы закрытого типа с непрерывным асфальтобетонным покрытием (констр. №1)			
1.	Поперечные трещины в покрытии над швом	Растягивающие усилия, действующие на покрытие при температурных перемещениях пролетных строений	<u>Уход.</u> Заделка трещин битумной мастикой или вяжущими с присыпкой песком
2.	Поперечные трещины в покрытии над осью шва и параллельно с двух сторон (прямолинейного или криволинейного очертания)	То же Неплотное опирание металлического компенсатора на основание	<u>Профилактика.</u> Вырубка покрытия и защитного слоя у шва, подливка цементного раствора под компенсатор, закрепление компенсатора, восстановление слоев проезжей части (включая гидроизоляцию, защитный слой, покрытие)
3.	Трещины в покрытии произвольного очертания на отдельных участках с просадкой покрытия (участки овальной формы)	Неудовлетворительное сцепление покрытия с защитным слоем, попадание воды под покрытие со стороны поперечной трещины	<u>Уход.</u> Очистка и заливка трещин, заделка просадок
4.	Сетка трещин в покрытии (зона шва)	Недостаточное уплотнение асфальтобетона, малая толщина покрытия, дефекты в защитном слое, низкое качество покрытия	<u>ППР.</u> Замена покрытия картами или на всю длину шва, увеличение толщины покрытия, поверхностный ремонт защитного слоя
5.	Выбоины в покрытии	Отсутствие сцепления покрытия с защитным слоем (развитие дефекта по поз. 3)	<u>Профилактика.</u> Замена покрытия малыми картами
6.	Образование бугров над швом с трещинами	Недопустимые для данного типа шва перемещения концов пролетных строений	<u>ППР</u> Переделка деформационного шва на шов заполненного типа, замена покрытия у шва
7.	Протекание воды через конструкцию шва (снизу компенсатор мокрый, влажная опорная площадка и шкафная стенка)	Неудовлетворительная гидроизоляция	<u>ППР.</u> Снятие покрытия и защитного слоя, усиление гидроизоляции, восстановление слоев, замена заполнения петли компенсатора

Продолжение таблицы В.1

8*	Разрушение компенсатора, продавливание в зазор заполнения обломков асфальтобетона	Недостаточное крепление компенсатора и неплотное его опирание на основание, большой зазор между торцами сопрягаемых пролетных строений, отсутствие заполнения в уровне защитного слоя	<u>ППР</u> Полное восстановление конструкции шва
Швы закрытого типа с армированным асфальтобетонным покрытием (констр. №2)			
9.	Продольные и поперечные трещины в покрытии, образующие сетку (на большей части длины шва)	Недостаточное уплотнение или малая толщина покрытия, отсутствие сцепления слоев покрытия	<u>Профилактика</u> . Замена асфальтобетонного покрытия у шва (верхнего слоя)
10.	Две параллельные трещины вдоль оси шва (по краям отделяющей прокладки)	Недостаточное армирование (применение сетки с недостаточной прочностью), недостаточная длина анкерного участка сетки	<u>ППР</u> . Замена асфальтобетонного покрытия и армирующей сетки
11.	Мелкие поперечные трещины в покрытии	Растягивающие усилия, действующие на покрытие при отрицательных температурах	<u>Уход</u> . Очистка и заливка трещин
Швы заполненного типа в пролетных строениях с асфальтобетонным покрытием** (констр. №5)			
12.	Частичный вынос мастики из зазора, загрязнение зазора	Применение недолговечных материалов в качестве заполнения, старение их (плохая адгезия)	<u>Уход</u> . Замена заполнения в уровне покрытия шва
13.	Разрушение мастики, образование бугров	Недопустимые для данного типа шва перемещения концов пролетных строений	<u>ППР</u> . Переделка старого на шов с бетонными кромками
14.***	Трещины в покрытии параллельно зазору с двух сторон	Неплотное опирание металлического компенсатора на нижележащую поверхность	<u>ППР</u> . Вырубка покрытия защитного слоя и изоляции у шва, заливка цементного раствора под компенсатор и его закрепление (либо устройство неметаллического компенсатора), восстановление слоев, заливка шва мастикой
15.	Разрушение кромок швов с образованием выбоин	а) Применение мастики с недостаточной температурой размягчения, засорение зазора каменными материалами б) Недопустимый зазор в покрытии	<u>Профилактика</u> . Частичная замена мастики, ремонт кромок Замена покрытия у швов и мастики с устройством требуемого зазора
16.	Продавливание в зазор компенсатора, заполнения и каменных материалов, разрывы в компенсаторе	Недостаточное крепление компенсатора, применение недолговечного материала для заполнения, большая ширина зазора	<u>ППР</u> Полное восстановление конструкции шва с усилением компенсатора или замена конструкции на аналогичную
Швы заполненного типа в пролетных строениях с бетонным покрытием (бетонным приливом)**** (констр. №6)			
17	Поверхностные дефекты покрытия (выкрашивание, шелушение, раковины)	Низкое качество материалов, нарушение технологии, неудовлетворительный уход	<u>Уход</u> . Обычные методы ухода за цементобетонным покрытием

Окончание таблицы В.1

18	Грещины у кромок швов, разрушение кромок	Недопустимый зазор в покрытии, попадание в зазор каменных материалов	<u>Профилактика.</u> Восстановление бетона с применением полимербетонных композиций
19.	Образование бугров, трещин в бетонном приливе, деформация бетонных приливов под нагрузкой	а) Недопустимые для данного типа шва перемещения концов пролетных строений	<u>ППР.</u> Замена конструкции шва на иную, допускающую большие перемещения
		б) Большой разрыв в покрытии, малая толщина и недостаточная ширина бетонного прилива	<u>Профилактика.</u> Восстановление покрытия у шва с заменой заполнения
20.	Коррозия и разрушение металлического компенсатора, нарушение анкеровки	Отсутствует антикоррозионная защита, недостаточная анкеровка	<u>ППР.</u> Полная замена конструкции шва
Швы заполненного типа с металлическим окаймлением (констр. №7)			
21.	Трещина вдоль окаймления в покрытии, разрушение кромок у трещины	Недостаточное уплотнение бетона при приливе, несоответствующее качество материалов	<u>Уход.</u> Очистка и заливка трещин
22.	Разрушение покрытия у окаймления, выбоины	Нарушение технологии строительства, неудовлетворяющее качество материалов (развитие дефекта - см. поз. 21)	<u>Профилактика.</u> Очистка щелей и выбоин, инъектирование раствора, поверхностный ремонт бетона
23.	Разрушение окаймления, отрыв его от бетона	Недостаточное сечение анкеров, невыдержанная толщина бетонного прилива	<u>ППР.</u> Замена бетонного покрытия (прилива) у шва с установкой нового окаймления
23.	Разрушение окаймления, отрыв его от бетона	Недостаточное сечение анкеров, невыдержанная толщина бетонного прилива	<u>ППР.</u> Замена бетонного покрытия (прилива) у шва с установкой нового окаймления
24.	Разрушение окаймления, прилегающих слоев одежды и повреждение плиты	Отсутствие работ по содержанию, приведение к развитию дефектов, изложенных в поз. 21-23	<u>ППР.</u> Полная замена швов с восстановлением плиты
<p>Примечания:</p> <p>1 * Проявляется одновременно с дефектами, перечисленными в поз.2, 5 и 7. Для швов этого типа характерны также дефекты, представленные в позициях 1, 3, 6-8..</p> <p>2 ** Для швов этого типа характерны также повреждения, указанные в поз. 5, 7.</p> <p>3 *** Проявляется, как правило, одновременно с потерей герметичности.</p> <p>4 **** Для швов этого типа характерны также повреждения, перечисленные в поз. 7, 12, 16.</p>			

Библиография

- [1] Свод правил 35.13330.20П «СНиП 2.05.03-84* Мосты и трубы», 2011
- [2] СНиП 23-01-99. Строительная климатология
- [3] ОДМ 218.2.002-2008 Рекомендации по проектированию и установке полимерных опорных частей мостов, ФДА (РОСАВТОДОР). –М., 2008
- [4] ОДМ 218.2.002-2009. Методические рекомендации по применению современных материалов в сопряжении дорожной одежды с деформационными швами мостовых сооружений./ ФГУП «Росдорнии», М.: «Информавтодор» ОРФА «Росавтодор», 2009.
- [5] СНиП 3.06.03-85 Автомобильные дороги./ Госстрой СССР, -М., 1989
- [6] Классификация работ по капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования и искусственных сооружений на них/ Минтранс РФ. – М.; «Информавтодор», 2008.
- [7] Периодичность проведения видов работ по содержанию искусственных сооружений на автомобильных дорогах общего пользования федерального значения. Приказ №157 Минтранса РФ, приложение №1 – М.; «Информавтодор», 2008.
- [8] Методические рекомендации по содержанию мостовых сооружений на автомобильных дорогах. РДА «РОСАВТОДОР», -М.,1999
- [9] ОДН 218.017-03 Руководство по оценке транспортно-эксплуатационного состояния мостовых конструкций./ Минтранс РФ. –М.: Информавтодор, 2004
- [10] ОДМ 218.4.002-2009. Рекомендации по защите от коррозии конструкций, эксплуатируемых на автомобильных дорогах Российской Федерации мостовых сооружений, ограждений и дорожных знаков./МИИТ, - М; «Информавтодор» ОРФА «Росавтодор», 2009.
- [11] Ремонт конструкций деформационных швов с металлическим окаймлением./Автомобильные дороги: Обзорная информация./«Информавтодор», Вып.7. –М., 2001

ОДМ 218.2.025-2012

обозначение ОДМ
ОКС 93.040

Ключевые слова: мостовые сооружения, деформационный шов, классификация конструкций деформационных швов, дорожная одежда, водонепроницаемость, сопряжение пролетных строений.

Руководитель организации-разработчика

ООО «Деформационные швы и опорные части»
наименование организации

Генеральный директор
должность

личная подпись

Старченко В.С.
инициалы, фамилия