

# Выбор материалов для ремонта бетона СГТС. Опыт применения материалов при реконструкциях СГТС Беломорканала



**Костыря С. А.**  
технический директор  
ЗАО «НП ЦМИД»



**Халов А. В.**  
ведущий инженер  
ЗАО «НП ЦМИД»

Срок эксплуатации сооружений Беломорско-Балтийского канала составляет более 84 лет. За столь продолжительный период основной «коренной» бетон приобрел различные разрушения, которые классифицируются по типам в зависимости от геометрических размеров, характера дефекта и причин возникновения.

В рамках государственной программы с 2010 года и по настоящее время на практике стали активно реализовываться проекты реконструкции и капитальных ремонтов судоходных гидротехнических сооружений (СГТС), основными задачами которых являются устранение дефектов и разрушений бетона, а также его защита от агрессивной среды с целью продления срока эксплуатации всего сооружения. Эти задачи на объектах СГТС успешно решаются в том числе специалистами ЗАО «НП ЦМИД».

При разработке проектов необходимо правильно выполнить расчеты на прочность наклонных сечений, на действие поперечных сил и изгибающего момента, учесть наличие строительных швов в зоне действия поперечных сил с целью определения необходимости усиления конструкций, а также определить достаточную прочность для проведения капитального ремонта на основе соответствующих положений СНиП 2.06.08-87 «Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений»; СП 41.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений». Актуализированная редакция СНиП 2.06.08-87. Еще одним важным этапом проектирования является выбор технологии производства работ и материалов, учитывающих состояние бетона в конструкции.

В 1930-е годы бетон сооружений при строительстве ББК отвечал требованиям того времени и соответствовал следующим прочностным и физико-механическим характеристикам (табл. №1) согласно проектной документации, паспортам судоходных шлюзов, паспортам водосборных плотин Беломорско-Балтийского и Волго-Балтийского каналов.

Основной бетон гидросооружений в результате длительной эксплуатации имеет дефекты и разрушения разных категорий (А — дефект, который может вызвать аварийную ситуацию; Б — дефект, который внешне не опасен, но если его оставить без внимания, то со временем он может

перейти в категорию А; В — локальное повреждение, не оказывающее влияния на несущую способность), а также не отвечает современным требованиям по прочности, морозостойкости и водонепроницаемости согласно проведенным комплексным обследованиям бетона.

Со времен строительства Беломорско-Балтийского канала изменились технологии производства бетонных и ремонтных работ, появились материалы с высокими прочностными и физико-механическими характеристиками, обновилась нормативная и техническая документация, появились новые требования к бетону и ремонтным материалам.

В настоящее время требования к материалам для ремонта и защиты бетонных конструкций приведены в следующих нормативных документах:

ГОСТ 32016-2012 «Материалы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Общие требования»;

ГОСТ 32017-2012 «Материалы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Требования к системам защиты бетона при ремонте»;

ГОСТ 32493-2014 «Материалы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Требования к клеевым соединениям элементов усиления конструкций»;

ГОСТ 56378-2015 «Материалы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Требования к ремонтным смесям и адгезионным соединениям контактной зоны при восстановлении конструкций».

Таблица №2

Классы материалов	R1	R2	R3	R4
Вид ремонта	Для восстановления геометрии		Для восстановления объемной структуры бетона	
Прочность при сжатии, МПа	≥ 10	≥ 15	≥ 25	≥ 45
Адгезия, МПа	≥ 0,8	≥ 0,8	≥ 1,5	≥ 2,0
Содержание хлор-ионов	≤ 0,1%	≤ 0,1%	≤ 0,1%	≤ 0,1%
Стойкость к карбонизации (проницаемость CO <sub>2</sub> )	-	-	+	+
Ограниченная усадка/расширение	-	+	+	+

В зависимости от вида ремонта и прочности при сжатии ремонтные материалы делят на классы в соответствии с ГОСТ 56378-2015 (табл. №2).

В соответствии с таблицей №2 для ремонта и гидроизоляции бетона ГТС достаточно применения материалов класса R3, но в современных проектных решениях часто представлены ремонтные материалы более высокого класса R4 (60 МПа, F400-600, W12-16). Обоснованием данных технических решений является увеличение долговечности бетона и срока эффективности капитального ремонта. Но при этом не учитываются низкая прочность основного «коренного» бетона, а также его морозостойкость и водонепроницаемость. В процессе производства работ выявляются дефекты отремонтированных конструкций: отслоение ремонтного материала, отрыв ремонтного материала вместе с бетонным основанием, образование силовых трещин ввиду отсутствия совместной работы основного бетона и ремонтного материала (рис. 1, 2). В результате качество такого ремонта остается на низком уровне, а поставленные задачи остаются нерешенными.

В рамках реализации комплексного проекта реконструкции СГТС Беломорско-Балтийского канала (3-й этап. Реконструкция бетонных конструкций голов и бетонных плит королей шлюза № 9) компанией ЗАО «НП ЦМИД» предложены технологии производства ремонтных работ с применением материалов класса R3, близких по прочностным показателям к «коренному» бетону (табл. №3), а по долговечности имеющих более высокие значения. Дополнительно применялась технология укрепления поверхностного слоя путем пропитки бетонной поверхности составом на основе водно-эпоксидной эмульсии ЦМИД-СМ 2(2к) перед укладкой ремонтного материала.

В таблице №3 представлены модификации ремонтных материалов группы «ЦМИД», относящиеся к тому или иному классу.

В ходе производства работ отремонтированы следующие конструкции шлюза (рис. 3-6):

- галереи и улитки нижней и верхней головы шлюза;
- вертикальные грани нижней и верхней головы шлюза;
- короли верхней и нижней головы шлюза;
- шкафные ниши голов шлюза.

После выполнения работ по ремонту бетона галерей и улиток, вертикальных граней, королей голов шлюза №9 ББК по технологии производства работ, предложенной компанией ЗАО НП ЦМИД, сделаны следующие выводы:

Таблица №3

Модификация ремонтных материалов	Класс материала		
	R2	R3	R4
ЦМИД-3		+	
ЦМИД-3МФ		+	+
ЦМИД-3 Торкрет В25	+		
ЦМИД-3 Торкрет В30	+		
ЦМИД-3М400	+	+	
ЦМИД-3Б			+
ЦМИД-3ПМ	+	+	



Рис. 1. Отбор образца ремонтного материала класса R4



Рис. 2. Образец ремонтного материала класса R4 с бетонным основанием



Рис. 3. Шлюз №9 Нижняя голова. Галерея Западная сторона. До выполнения ремонтных работ



Рис. 4. Шлюз №9. Нижняя голова. Галерея Западная сторона. После выполнения ремонтных работ



Рис. 5. Шлюз №9. Нижняя голова. Восточная сторона. Шкафная ниша



Рис. 6. Шлюз №9. Нижняя голова. Западная сторона. Улитка

для ремонта бетона В25F200W6 рекомендуется использовать материалы класса R3 (R ≥ 25 МПа, R<sub>с0</sub> ≥ 1,5 МПа), что подтверждается опытом;

для восстановления бетона на большой площади в сооружении, где прочность основания ниже В20, производство работ необходимо выполнять по технологии, предусматривающей систему материалов, состоящую из пропиточных укрепляющих составов и ремонтных материалов. Дополнительно рекомендуется нанесение гидроизоляционных защитных покрытий.



Научно-производственный Центр Материалов и Добавок  
195220, Санкт-Петербург, ул. Гжатская, д. 21, оф. 139,  
info@np-cmid.ru  
www.np-cmid.ru  
тел. (812) 535-21-02

Таблица №1

	Шлюз №9 ББК	Шлюз №8 ББК	Плотина №27 ББК	Шлюз №6 ББК		Шлюз №3 ББК	
Характеристики	Показатели						
	Основной бетон	Основной бетон	Основной бетон	Основной бетон	Плиты-оболочки	Основной бетон	Плиты-оболочки
Класс прочности при сжатии	M200 (B15)	M200 (B15)	M200 (B15)	M250 (B20)	M300 (B22,5)	M250 (B20)	M300 (B22,5)
Морозостойкость	Mrз150 (F150)	Mrз150 (F150)	Mrз150 (F150)	Mrз50 (F50)	Mrз150 (F150)	Mrз50 (F50)	Mrз150 (F150)
Водонепроницаемость	В6 (W6)	В6 (W6)	В6 (W6)	В4 (W4)	В8 (W8)	В4 (W4)	В8 (W8)