

**ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ
(ОСЖД)**

I издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 3-5 июня 2014 г.,
Украина (Львовская область, п. Рудно)

Согласовано совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 21-24 октября 2014 г.,
Комитет ОСЖД (Республика Польша, г. Варшава)

Утверждено на XXX заседании Конференции
Генеральных директоров (ответственных представителей)
железных дорог ОСЖД, 20-24 апреля 2015 г.,
Чешская Республика, г. Прага

Дата вступления в силу: 24 апреля 2015 г.

Примечание: 1. Теряет силу III издание Памятки Р 774 от 16.11.2001 г.
2. Обязательна для железной дороги УЗ

**O+P
774**

**РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО СОДЕРЖАНИЮ И УЛУЧШЕНИЮ
КОНСТРУКЦИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОСТОВ**

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие рекомендации могут быть использованы для эксплуатации железнодорожных мостов с пролетными строениями из обычного и предварительно напряженного железобетона.

1.2. Грузоподъемность (несущая способность), надежность и долговечность железобетонных конструкций мостов зависят от их дефектности, наличия повреждений и степени износа.

1.3. В рекомендациях приведена классификация дефектов и повреждений железобетонных пролетных строений с учетом их влияния на грузоподъемность, надежность и долговечность мостов.

1.4. В рекомендациях содержатся указания по оценке и устранению дефектов, повреждений и износа при содержании мостов.

2. ДЕФЕКТЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОСТОВ

2.1. Общие сведения о дефектах повреждениях.

2.1.1. *Дефект* – несоответствие конструкции нормативным или проектным требованиям или параметрам возникающие при изысканиях, проектировании, строительстве моста, изготовлении, транспортировании и монтаже конструкций.

2.1.2. *Повреждение* — дефект, возникающий при эксплуатации конструкции в следствии воздействия эксплуатационных, природных или техногенных воздействий.

2.1.3. *Износ* — изменение размеров, формы, массы конструкции или состояния ее поверхности вследствие остаточной деформации от постоянно действующих нагрузок, разрушения поверхностного слоя при трении, а также под действием агрессивных природных, в т.ч. атмосферных и техногенных воздействий.

2.1.4. Дефекты могут быть скрытыми или явными и встречаться в основаниях, фундаментах, опорах, опорных частях, пролетных строениях, т.е. во всех конструкциях мостов.

2.1.5. Дефекты могут быть опасными и привести к разрушению отдельного элемента или всего моста.

2.1.6. Дефекты могут быть устранимыми и неустраняемыми.

Устранимые дефекты возможно устранить в ходе ремонта.

Неустраняемые дефекты невозможно устранить с помощью ремонта. Устранение таких дефектов требует замены конструкций или отдельных элементов.

2.1.7. Наличие опасных дефектов снижает грузоподъемность моста, что может привести к введению ограничений при эксплуатации – ограничению скорости движения поездов, снижению временной нагрузки.

2.1.8. В процессе эксплуатации долговечность конструкций снижается в следствии их износа.

2.1.9. Правильное текущее содержание состоит в предупреждении преждевременного износа. Основной принцип текущего содержания – предупреждение дефектов сооружений.

2.2. Характерные дефекты пролетных строений

Наиболее распространенными дефектами, возникающими при изготовлении железобетонных пролетных строений и других конструкций, являются трещины, раковины, каверны, места с вытекшим цементным раствором, недостаточная толщина защитного слоя, обнажение арматуры.

2.2.1. Трещины, образующиеся при изготовлении:

а) *технологические трещины* - усадочные, образующиеся в незатвердевшем бетоне вследствие усадочных деформаций бетона при плохом уходе за его поверхностью, и осадочные, образующиеся вследствие неравномерной осадки бетонной смеси при ее уплотнении или при деформации опалубки имеют рваные края, резко изменяющиеся по длине раскрытия;

б) *температурно-усадочные трещины*, образующиеся в затвердевшем бетоне вследствие нарушения параметров температурно-влажностной обработки, обычно имеют раскрытие до 0,2 мм;

в) *силовые трещины*, образующиеся в местах с недостаточным армированием из-за ошибок при проектировании или изготовлении конструкций.

2.2.2. Неисправное состояние гидроизоляции.

2.2.3. Неудовлетворительный отвод воды.

2.2.4. Дефекты клееных стыков составных по длине конструкций:

а) щели в клееных стыках, как правило из-за отсутствия клея на части площади стыка;

б) недостаточное сопротивление стыка сдвигу, обусловленное пластичной консистенцией клея или его неоднородностью вследствие некачественного перемешивания составляющих.

2.3. Виды повреждений пролетных строений

Наиболее распространенными дефектами, возникающими в процессе эксплуатации пролетных строений, являются трещины, морозное разрушение, коррозия арматуры, коррозия бетона в т.ч. выщелачивание, разрушение гидроизоляции.

2.3.1. Трещины, образующиеся при эксплуатации:

а) силовые трещины - поперечные трещины в растянутых элементах и растянутых зонах изгибаемых элементов, продольные в сжатых элементах и в сжатых зонах изгибаемых элементов, косые (наклонные) в стенках балок, их образование и величина раскрытия ограничивается расчетами по трещиностойкости, а в сжатой зоне бетона – и по прочности;

б) трещины от местного воздействия нагрузки в зонах установки анкеров напрягаемой арматуры, в местах опирания и в других местах концентрации усилий. Их

образование и раскрытие, также, ограничивается расчетами по трещиностойкости, а в сжатой зоне бетона - и по прочности;

в) температурно-усадочные трещины, образующиеся в результате неравномерных по сечению деформаций от действия температуры окружающего воздуха и усадки бетона. Эти явления могут самостоятельно приводить к образованию сетки поверхностных трещин или, суммируясь с напряжениями от нагрузки, усугублять образование силовых трещин, развитие которых в этом случае (например, в стенках балок) может происходить в течение 5-7 лет;

г) трещины от расширения продуктов коррозии;

д) *продольные трещины вдоль арматуры*, возникающие из-за стесненной арматурой усадки бетона, замерзания сырого инъекционного раствора в каналах или из-за коррозии арматуры в бетоне, ускорять появление. Продольные трещины могут возникать от обжата бетона;

г) *трещины вблизи стыка*, обусловленные наличием щелей в клееных стыках, или связанными с ними концентрациями напряжений.

2.3.2. Коррозия арматуры. Причинами развития коррозии арматуры могут быть длительная неисправность или недостаточность защитного слоя, низкая плотность бетона защитного слоя и как следствие - потеря бетоном пассивирующих свойств (например, в результате карбонизации), особенно опасная в условиях агрессивного воздействия среды и хлористых солей. Под воздействием блуждающих токов, особенно на линиях, электрифицированных постоянным током, наблюдается электрокоррозия арматуры. Величина раскрытия трещин, вызванных коррозией арматуры, примерно вдвое превышает толщину продуктов коррозии (ржавчины) на арматурном стержне или пучках стержней. В свою очередь, толщина продуктов коррозии превышает толщину прокорродированного слоя металла в 2,5-3 раза.

2.3.3. Морозное разрушение бетона связано с попеременным замерзанием и оттаиванием бетона во влажной среде (размораживание). Проявляется в виде растрескивания поверхности бетона, разрыхления и последующего разрушения наружных слоев. В случае попадания воды во внутренние полости и каверны могут наблюдаться также сколы бетона, вызванные расширением замерзающей воды.

2.3.4. Нарушение гидроизоляции

2.3.5. Выщелачивание бетона происходит из-за нарушения гидроизоляции и водоотвода вследствие фильтрации воды, сопровождается высолами, т.е. появлением продуктов выщелачивания бетона на поверхностях, приводит также к снижению морозостойкости. Могут наблюдаться также высолы, образовавшиеся на стадии строительства до укладки гидроизоляции, омоноличивания стыков и заделки различных технологических отверстий.

2.3.6. Разрушение защитного слоя бетона чаще всего наблюдается в пролетных строениях путепроводов над железнодорожными путями, а также в сооружениях, находящихся в неблагоприятных атмосферных условиях.

2.3.7. Причины повреждения железобетонных пролетных строений:

а) *недостатки конструкции*: недостаточный и учёт местных напряжений, неудачные конструктивные формы, способствующие образованию усадочных трещин,

недооценка факторов, обеспечивающих расчетную трещиностойкость конструкции, недостаточная подвижность опорных частей и т.п.;

б) *дефекты изготовления*: низкое качество бетона (недостаточная прочность и морозостойкость, повышенная усадка), неправильный режим твердения бетона, в т.ч. при пропаривании, несоблюдение проектных размеров, в т.ч. толщины защитного слоя, низкое качество устройства гидроизоляции и т.п.;

в) *недостатки текущего содержания*: несвоевременный ремонт гидроизоляции и поврежденного защитного слоя, непринятие мер по заделке трещин значительного раскрытия и т.п.

Образованию и развитию повреждений способствуют воздействие поездной нагрузки, неблагоприятные местные условия, высокие влажность и загрязненность воздуха агрессивными газами и т.п.

2.4. Трещины в пролетных строенных

Наиболее характерные типы трещин в железобетонных балочных пролетных строениях приведены на рис.1. Обнаруженные трещины должны быть тщательно проанализированы с точки зрения их влияния на грузоподъемность и долговечность.

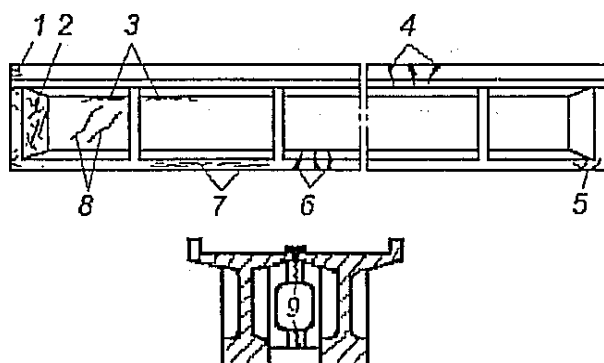


Рис.1.

Наиболее характерные типы трещин в железобетонных балочных пролетных строениях: 1 – горизонтальные и наклонные в торцевых участках; 2 – усадочные, 3 – продольные в сопряжении плиты со стенкой; 4 – поперечные в верхнем поясе; 5 – в местах примыкания опорных частей, 6 – поперечные в нижнем поясе; 7 – продольные в нижнем поясе; 8 – наклонные; 9 – в зоне омоноличивания конструкции с учетом тенденции к их дальнейшему развитию.

2.4.1. *Горизонтальные трещины на торцевых участках (1)* образуются вследствие действия местных напряжений, вызванных силами предварительного напряжения арматуры. Развиваются в начальный период эксплуатации.

2.4.2. *Усадочные трещины (2)* обычно образуются в поверхностных слоях бетона вследствие нарушения режимов твердения бетона, чрезмерно высокого содержания цемента в бетоне, стесненности усадки, обусловливаемой конструктивной формой, характером армирования и т.п. Характерные признаки - хаотическое расположение, небольшие длина и раскрытие. Эти трещины могут служить началом развития силовых трещин.

2.4.3. *Продольные трещины в местах примыкания плиты балластного корыта к стенкам балок (3)* весьма опасны, изменяют работу конструкции под нагрузкой, требуют соответствующего анализа и учета при расчетах грузоподъемности. Одной из главных причин их образования являются нарушения в технологии изготовления пролетных строений.

2.4.4. *Поперечные трещины в плите (4)* вызываются главным образом перетяжкой нижней продольной арматуры и изгибающими моментами, создаваемыми при установке балок кранами. В процессе эксплуатации постоянные и временные нагрузки способствуют их закрытию.

2.4.5. *Трещины и сколы бетона в зонах опорных частей (5)* являются, как правило, следствием конструктивных недостатков опорных узлов пролетных строений в сопряжении с опорными частями (сосредоточение анкеров, короткий опорный лист, недостаточное армирование и т.п.). На их развитие существенное влияние оказывают неисправности опорных частей. При нарушении работы подвижных опорных частей возникают дополнительные усилия, неплотное опирание на опорные части приводит к значительным динамическим воздействиям, что ускоряет образование и рост трещин.

2.4.6. *Поперечные трещины в нижних поясах предварительно напряженных пролетных строений (6)* обычно свидетельствуют о недостаточном натяжении напрягаемой арматуры, значительных потерях натяжения в результате усадки, ползучести бетона и нарушении нормальной работы анкерных устройств. *Поперечные трещины в нижних поясах пролетных строений из обычного железобетона*, как считается, образуются неизбежно. Не снижают расчетной несущей способности пролетного строения, но могут способствовать коррозии арматуры, снижая его долговечность.

2.4.7. *Продольные трещины в предварительно обжатых поясах (7)* образуются вдоль напряженной арматуры главным образом в течение первых лет эксплуатации. Обусловлены поперечными деформациями, вызванными чрезмерным обжатием бетона и влиянием стесненной усадки. Эти трещины могут стать причиной интенсивной коррозии арматуры, которая вследствие увеличения объема продуктов коррозии приводит к дальнейшему раскрытию продольных трещин, ускоряя процесс разрушения.

2.4.8. *Наклонные трещины в стенках балок (8)* образуются от действия главных растягивающих напряжений. Представляют определенную опасность с точки зрения возможности усталостных разрушений арматуры, резкого возрастания напряжений в хомутах и отогнутых стержнях. Особенно опасны в предварительно напряженных пролетных строениях, могут значительно снижать грузоподъемность, что должно проверяться расчетом.

2.4.9. *Трещины в зонах омоноличивания (9)* образуются в сборных конструкциях.

2.4.10. Трещины в пролетных строениях из обычного железобетона допускаются на стадии расчета конструкции и поэтому неизбежно появляются в зонах, работающих на растяжение. При этом считается, что при ограниченном раскрытии трещин, не превышающем 0,3 мм, в обычных атмосферных условиях коррозия арматуры не происходит. При большем раскрытии трещин создается опасность коррозии арматуры и снижения долговечности.

Предварительно напряженные конструкции более уязвимы для коррозии арматуры - и обычных атмосферных условиях опасным считается раскрытие трещин, превышающее 0,15 мм.

Трещины в пролетных строениях из предварительно напряженного железобетона с проволочной арматурой или арматурными канатами очень опасны. Проникающая через них влага приводит к коррозии арматуры, площадь сечения которой вследствие небольшого диаметра уменьшается значительно быстрее, чем у стержневой арматуры. Поэтому для конструкции, армированных проволочной арматурой диаметром меньшим, чем 4мм и арматурными канатами с диаметром меньшим, чем 12 мм, раскрытие трещин не допускается.

В агрессивных средах коррозия арматуры протекает значительно быстрее. Интенсивной коррозии подвержены конструкции, расположенные в промышленных регионах, вблизи морского побережья (атмосферная коррозия), конструкции подверженные воздействию просыпающихся химически активных грузов. Основными факторами, влияющими на скорость протекания атмосферной коррозии, являются влажность атмосферы, химический состав атмосферы, длительность периодов увлажнения и высыхания пленок влаги. Особенно опасными являются хлориды и сульфаты. Для конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах, к раскрытию трещин предъявляются более жесткие требования.

2.4.11. Наличие поперечных трещин и растянутой зоне предварительно напряженных пролетных строений указывает на недостаточность или потерю предварительного напряжения, в том числе за счет долговременной ползучести бетона в сжатой зоне. В таких случаях необходимо проведение специального обследования моста с измерением натяжения арматуры, деформаций пролетного строения и анализа деформаций за предшествующие годы эксплуатации.

2.5. Сверхнормативная долговременная ползучесть бетона в пролетных строениях

2.5.1. Одной из причин возникновения трещин в изгибаемых железобетонных конструкциях в условиях нормативных эксплуатационных нагрузок является сверхнормативная долговременная ползучесть бетона в сжатой зоне. Причинами ее возникновения являются воздействие постоянной нагрузки (собственного веса), и воздействия предварительного обжатия. При этом и растянутых зонах конструкции увеличиваются растягивающие напряжения, что и приводит к возникновению трещин в этих зонах.

2.5.2. Основным путем предотвращения трещинообразования во вновь изгибаемых железобетонных конструкциях являются применение состава бетона с обеспечением оптимальных величин коэффициентов раздвижки зерен щебня и песка, а также применение суперпластификаторов, обеспечивающих максимально возможное снижение водоцементного отношения.

2.6. Влияние повреждений на грузоподъемность, надежность и долговечность пролетных строений.

2.6.1. Для наиболее экономичного содержания железобетонных пролетных строений необходимо своевременно устранять дефекты, которые появляются при

эксплуатации, контролировать развитие деформаций, величине прогиба в течение всего периода эксплуатации.

2.6.2. Для обеспечения надежности и определения условий эксплуатации железобетонных мостов рекомендуется периодически определять фактическую грузоподъемность пролетных строений с учетом обнаруженных повреждений методом их перерасчета или испытаний.

2.6.3. При отсутствии исполнительной документации для определения характеристик бетона, а также состояния и конструктивных особенностей армирования целесообразно использовать неразрушающие методы диагностики.

3. СОДЕРЖАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОСТОВ

3.1. Общие положения на содержание железобетонных мостов.

3.1.1. Система содержания железобетонных мостов должна обеспечивать их исправное состояние на протяжении всего нормативного срока эксплуатации, обеспечение бесперебойного и безопасного движения поездов, пешеходов, других транспортных средств.

3.1.2. Система содержания железобетонных мостов предусматривает проведение регламентных работ по технической диагностике (периодические осмотры, обследования, испытания), текущему ремонту (очистка, окраска, усиление и замена отдельных элементов конструкций моста), капитальному ремонту или реконструкцию.

3.1.3. Основным принципом содержания железобетонных мостов и других искусственных сооружений является предупреждение появления дефектов.

3.2. Оценка технического состояния мостов.

3.2.1. За всеми без исключения железобетонными мостами на протяжении всего периода эксплуатации должен производиться систематический надзор, включающий периодические визуальные обследования (осмотры), периодические инструментальные обследования и испытания, специальные наблюдения.

3.2.2. При осмотрах и обследованиях особое внимание необходимо обращать:

а) на слабые элементы и узлы мостов, а которых имеются дефекты (или наиболее вероятно их образование), существенно влияющие на грузоподъемность;

б) на обеспечение исправного состояния водоотводных устройств и гидроизоляции балластного корита;

в) на выявление трещин в бетоне, наблюдение за их развитием и принятие мер по предупреждению их дальнейшего роста.

3.2.3. За дефектными мостами, а также за опытными и новыми типами конструкций в случае необходимости устанавливаются специальные наблюдения, целью которых являются;

а) предупреждение расстройств слабых и дефектных конструкций, угрожающих безопасности движения (пропуску пешеходов и автотранспорта по пешеходным мостам и автодорожным путепроводам);

б) определение причин появления неисправностей;

в) выявление конструктивных, строительных и эксплуатационных недостатков в опытных и новых конструкциях для своевременного их устранения и недопущения в серийное производство;

3.2.4. К слабым и дефектным мостам, за которыми необходимы специальные наблюдения, следует относить мосты:

а) включая пешеходные и автодорожные путепроводы, не обеспечивающие по своему состоянию и грузоподъемности (прочности и устойчивости) пропуск обращающихся поездов без ограничения скорости или нагрузки, а также мосты, расчетная грузоподъемность (прочность) которых равна или близка к обращающейся нагрузке, особенно при наличии неисправностей, учет которых при расчетах затруднен (искривление элементов, сильная коррозия, слабый бетон, и т.п.);

б) имеющие не стабилизировавшиеся деформации отдельных частей или элементов (просадки, крепы и пучение опор и т.п.) или повышении прогибы и колебания пролетных строений;

в) имеющие неисправности, дальнейшее развитие которых может резко понизить несущую способность (искривление сжатых элементов и неисправность их соединительной решетки, трещины в растянутых элементах или в растянутой зоне изгибаемых элементов, железобетонные пролетные строения с откидными консолями, подмывы опор и т.п.);

г) мосты, имеющие недостаточную водопропускную способность и подверженные размывам;

д) мосты с ездой на балласте, у которых балластная призма не соответствует установленным нормам;

е) имеющие другие неисправности или характеристики, предусмотренные национальными нормативными документами.

3.2.5. При выявлении дефектов, влияние которых на грузоподъемность мостов трудно оценить расчетом, следует производить испытания пролетных строений с определением прогибов, напряжений в бетоне и арматуре, раскрытия трещин под действием нагрузки, перемещения опорных частей и других необходимых данных.

3.3. Текущее содержание.

3.3.1. Определение перечней работ по текущему содержанию и капитальному ремонту мостов, организация и порядок их выполнения определяется национальными нормативными документами.

3.3.2. Во всех случаях повреждения или возникновения неисправности снижающих прочность (устойчивость) мостов или их элементов, необходимо принимать немедленные меры, обеспечивающие безопасность движения поездов или пропуска пешеходов и автотранспорта:

а) устранение повреждений или неисправностей;

б) временное укрепление поврежденных частей постановкой накладок, устройством дополнительных опор, установкой разгрузочных пакетов и т.п.;

в) введение ограничений для движения поездов или пропуска пешеходов, автотранспорта, а при необходимости – закрытие моста для пропуска грузов.

3.3.3. После прохождения по балластным корытам путевых машин в рабочем состоянии необходимо провести осмотр моста с целью выявления возможных повреждений, вызванных работой машин, и при наличии повреждений принять меры по их устранению и обеспечению безопасности движения поездов. Мосты устаревших конструкций, не позволяющие проведение путеремонтных работ с использованием современных путевых машин, должны быть реконструированы в плановом порядке.

3.3.4. При выполнении ремонтных работ рекомендуются следующие способы заделки трещин:

а) для заделки трещин, имеющих раскрытие до 0,2 мм, не влияющих на прочность и долговечность конструкции могут применяться полимерцементные, кремнеорганические краски, краски на основе латексов и другие составы, образующие защитные покрытия;

б) трещины раскрытием более 0,2 мм не влияющие на прочность конструкции, но снижающие долговечность конструкций вследствие прогрессирующей карбонизации и коррозии арматуры следует герметизировать специальными высокопластичными материалами (тиаколовые мастики);

в) наличие и развитие силовых трещин в железобетонных пролетных строениях свидетельствует о их недостаточной несущей способности. Заделка силовых трещин должна производиться в комплексе с усилением конструкции. Расчет и конструкция усиления производится в соответствии с действующими национальными нормативными документами.

В основном применяют следующие способы усиления пролетных строений:

- увеличение расчетного сечения путем устройства железобетонной рубашки;
- заменой или увеличением сечения арматуры в отдельных элементах конструкции;
- устройство разгружающих конструкций (шпренгелей, подкосов, дополнительных опор и др.).

Для обеспечения качества бетона усиливающих конструкций рекомендуется использовать сухие строительные смеси (типа Эмако) заводского изготовления, строго дозированные по составу ингредиентов, а также компаунды на основе эпоксидных смол и других полимерных материалов.

3.3.5. В целях обеспечения надежного отвода воды из балластного корыта следует поддерживать в исправности систему водоотвода, и своевременно проводить очистку балласта от загрязнения.

3.3.6. Железобетонные пролетные строения, особенно эксплуатируемые в агрессивной атмосфере, рекомендуется предохранять от коррозии бетона и арматуры с помощью специальных защитных покрытий (полимерцемент, эпоксидные составы и т.п.)

3.3.7. При наличии в пролетных строениях трещин, связанных с недостаточной подвижностью опорных частей, последние следует отремонтировать или заменить на более совершенные.

3.4. УЛУЧШЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОСТОВ.

3.4.1. Конструкция железобетонных пролетных строений железнодорожных мостов должна обеспечивать механизированный ремонт пути на мосту с применением современных путевых машин.

При проектировании новых железобетонных пролетных строений рекомендуется учитывать габариты рабочего органа щебнеочистительных машин.

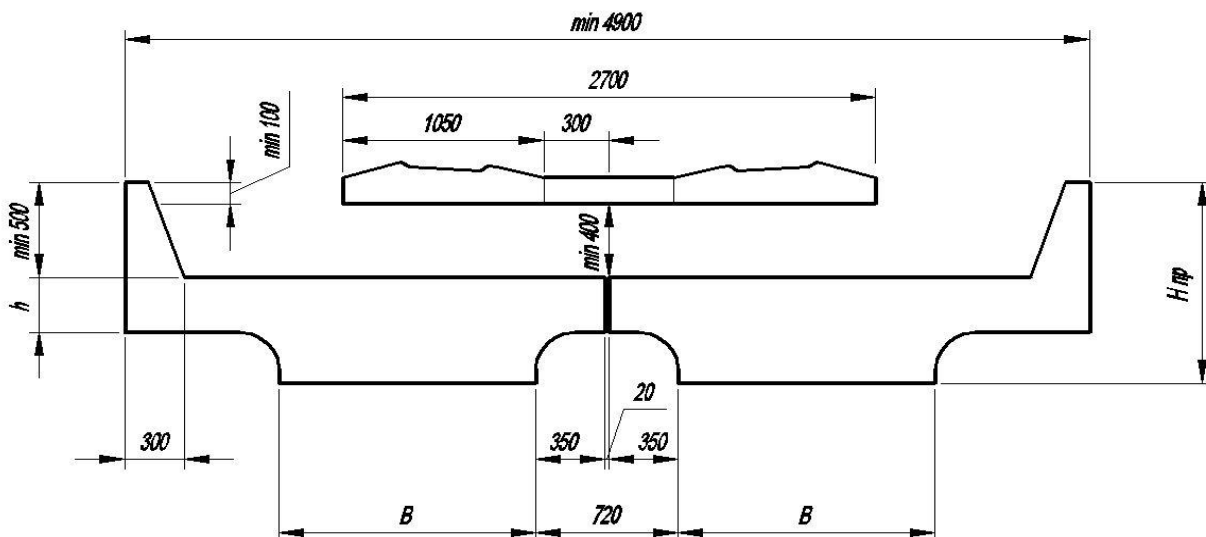


Рис. 2.

На рис. 2 приведено конструкцию железобетонного пролетного строения с балластным корытом, обеспечивающим пропуск с работой машины RM-80 (рис. 3).



Рис. 3

3.4.2. В комплексе с установкой новых пролетных строений должна проводиться реконструкция устоев моста, для чего целесообразно использовать железобетонные блоки наращивания устоев, очертания балластного корыта которых повторяет очертания балластного корыта пролетного строения (рис.4).

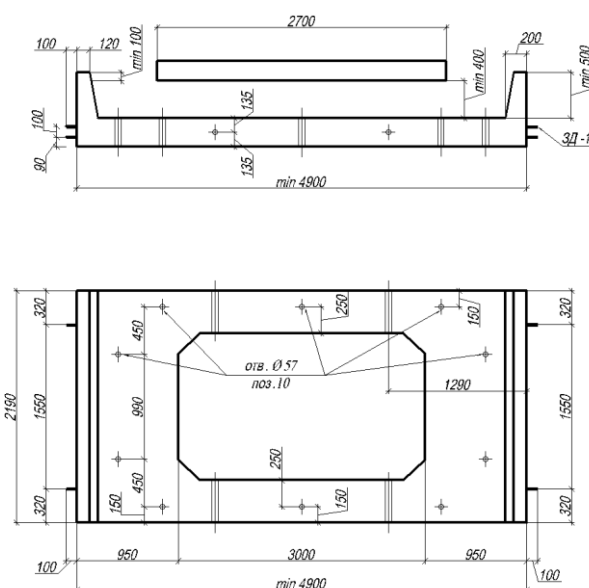


Рис. 4. Блок наращивания устоев

3.4.3. Для увеличения сроков эксплуатации новые железобетонные пролетные строения рекомендуется покрывать защитными составами в заводских условиях.

3.4.5. Для увеличения эксплуатационного ресурса целесообразно покрывать защитными составами эксплуатируемые пролетные строения мостов.



Рис. 5.

3.4.6. Для повышения надежности и долговечности рекомендуется применение гидроизоляции наплавного типа и водоотводных систем (трубок) из полимерных материалов.