

УДК 624.21.095.323

ГЛАВА 18. ПРАКТИКА УСТАНОВКИ И СВАРКИ ОРТОТРОПНЫХ ПЛИТ МОСТОВ И СООРУЖЕНИЙ

Кутузов Виктор Владимирович

к.т.н., доцент, доцент кафедры «Автомобильные дороги»,
Межгосударственного образовательного учреждения высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

Бодунов Владимир Сергеевич

Магистрант
Межгосударственного образовательного учреждения высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

Аннотация: Кратко рассмотрены основные виды и особенности ортотропных плит мостовых сооружений, выделены основные преимущества данной металлической пролетной конструкции, её конструирование. Показаны схемы с основными видами поперечных сечений конструкции. Приведены принципы выполнения работ по возведению монолитных опор мостов, выделены некоторые факторы, на которые необходимо обращать внимание, такие как проведение работ в холодное и теплое время, приложены принципиальные схемы расположения опалубки и защитной оболочки опор. Даны краткие рекомендационные особенности подготовительных, опалубочных и арматурных работ. Описаны общие положения, принципы формирования комплекса монтажно-сварочных работ. Далее при описании технологии строительства мостов с применением ортотропных плит расписан комплекс геодезического сопровождения операций, проводимый на каждом этапе с целью соблюдения предусмотренных проектом и нормативными документами решений, рассмотрен основной комплекс технологических операций по подготовке и сборке монтажного стыка под сварку, включающий в себя список конкретных операций, применяемых на практике.

Особое внимание уделено контролю качества сборно-сварочных работ. Выделены обязательные документы, которые необходимо подготовить строительной организации, применяемой на практике и наиболее полный перечень предварительной проверки, проводимой организацией перед началом работ, документации и технической оснастки. Важным этапом является итоговый и пооперационный визуально измерительный контроль, для которого приведен обширный перечень контролируемых параметров.

В заключении кратко приведен анализ факторов, влияющих на широкое применение данной конструкции в современном строительстве мостов и сооружений, так же приведены основные направления развития технологии.

Ключевые слова: ортотропная плита, мост, сварочный шов, сварочно-монтажные работы, визуально измерительный контроль.

**PRACTICAL INSTALLATION AND WELDING OF ORTHOTROPIC PLATES FOR
BRIDGES AND STRUCTURES**

**Kutuzov Victor Vladimirovich,
Bodunov Vladimir Sergeevich**

Abstract: Basic types and features of orthotropic plates of bridge constructions are considered briefly; the main advantages of this metal-span structures and their design are pointed out. Charts with the main types of cross-sections of the structure are shown. The principles of execution of works on erection of bridge piers are given; some factors which have to be taken into consideration such as execution of works in cold and warm seasons are pointed out; the principles of formwork and piers protecting shell arrangement are given. There are also brief tips on how to prepare the formwork and reinforcement works. The general provisions and principles of forming a complex of mounting-welding works are described. Further, when describing the technology of bridge construction with orthotropic plates, the surveying complex of operations to be carried out at every stage in order to observe the decisions stipulated by the design and regulations is described; a basic complex of technological operations to prepare and assemble the assembly junction for welding which includes a list of concrete operations used in practice is reviewed.

Particular attention is paid to quality control of prefabricated welding work. The obligatory documents to be prepared by a construction organisation are highlighted, the one that is used in practice and the most complete list of preliminary inspection to be carried out by an organisation before the beginning of works, documentation and technical equipment. The important stage is the final and operational visual-measuring control for which an extensive list of controllable parameters is given. In conclusion, a brief analysis of the factors influencing the wide application of this design in modern bridge and structure construction is given, as well as the main directions of development of the technology.

Key words: orthotropic plate, bridge, welding seam, welding and fitting work, visual inspection.

В настоящее время в конструкциях мостов и путепроводов кроме продольных и поперечных балок поддерживающие железобетонные плиты, применяются ортотропные плиты. Главными преимуществами их использования являются: высокая степень заводской готовности, пониженная металлоемкость конструкций, повешенная жесткость и устойчивость от горизонтальных, вертикальных и крутящих нагрузок, облученный процесс доставки на объект и монтажа. Верх ортотропной плиты, состоящей из настила расположен в уровне поезда, а также из продольных ребер, приваренных к нему и поперечных балок, которые опираются на главные балки основных конструкций. Толщина настила в постоянных мостах применяется от 12 мм, между поперечными балками длина панели составляет 1,8–5 м, чаще 3–4 м. Между продольными ребрами расстояние составляет 3–4 м.

На металлических мостах схемы работы покрытия отличаются от дорожных условий [1], поэтому необходимо отметить, что для расчёта покрытий, конструирования металлических мостов и оценки единой системы мостового полотна разрабатывают и используют специализированные методы расчета. Исследователи из Российской Федерации [1–10] так же отмечают, что для удовлетворительной совместной работы ортотропной плиты и дорожной одежды, необходимо значительное увеличение жёсткости плиты, либо применение для дорожной одежды литого асфальтобетона.

Пролетные строения с ортотропной плитой являются наиболее технически эффективными и экономически целесообразными вариантами, в сравнении с вариантом полной замены пролетных строений [2].

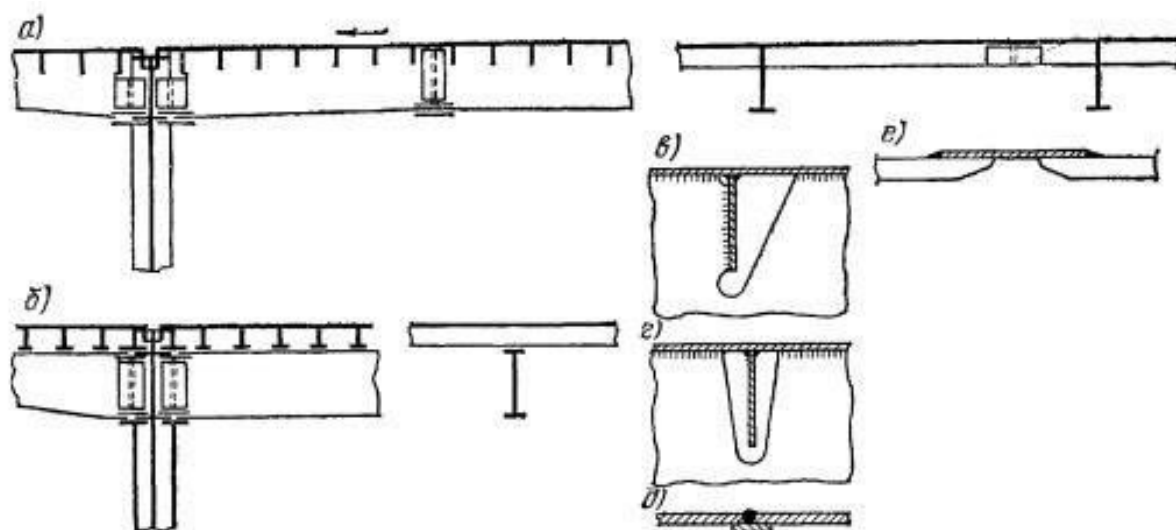


Рис. 1. Виды конструкций ортотропных плит

Ортотропные плиты бывают одноярусные и двухъярусные. Одноярусная ортотропная плита - лист настила совмещается с верхними поясами продольных ребер и поперечных балок так, что стенки поперечных балок пересекаются продольными ребрами (рис. 1, а). Двухъярусная ортотропная плита – лист настила совмещается только с верхними поясами продольных ребер, а у поперечных балок есть собственные верхние пояса, на них ярусно опираются продольные ребра ортотропной плиты (рис. 1, б). Для одноярусной плиты требуется меньше металла, благодаря совместной работе листа настила с поперечными балками, но двухъярусная плита проще по своей конструктивной форме.

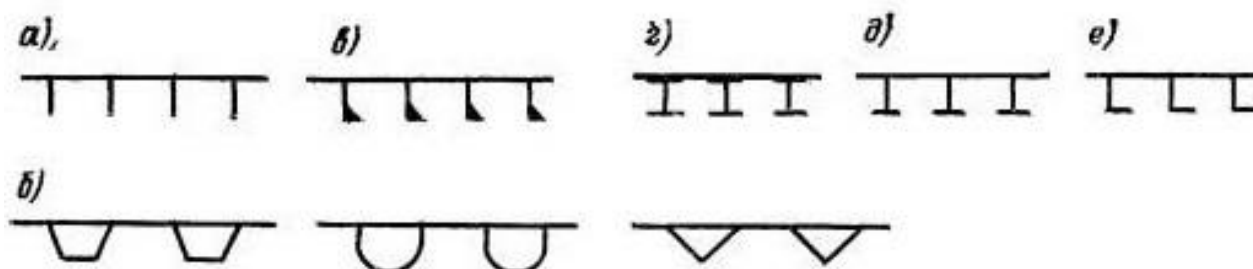


Рис. 2. Сечения продольных ребер ортотропной плиты

В конструкциях одноярусного типа чаще всего используются несколько вариантов сечения продольных ребер (рис. 2):

- плоское или полосовое (рис. 2, а) являющиеся наиболее простой конструкцией в производстве позволяющие производить соединение стыков высокопрочными болтами. Существенным минусом данной конструкции является плохая работа на изгиб;

- замкнутые, холодногнутые, трапециевидные, а также U-образные и треугольные сечения (рис. 2, б) из тонкой стали толщиной металла в районе 6 мм, хорошо работающие на изгиб и обеспечивающие нормальное сопротивление

кручению за счет использования жесткости всех ребер, подвергающихся местной нагрузке. В данных конструкциях используется в два раза меньше сварных швов, чем в конструкциях с плоскими ребрами, из-за приваривания односторонним швом. Монтаж, стыкование главных балок обычно производится полуавтоматической сваркой на остающихся внутренних подкладках типа керамики, либо медных подкладок. Минусом данной конструкции является меньшая степень удобства для стыковки и пересечения со стыками поперечных балок;

– продольные (рис. 2, г) применяемые преимущественно в одноярусных ортотропных плитах из полособульбовых профилей в судостроении. Их недостаток в сложности соединения монтажных стыков;

– двутавровые (рис. 2, е) применяемые в двухъярусных ортотропных плитах в основном используемых в первых отечественных пролетных строениях с ортотропными плитами. Они были очень металлоемкие с наличием дополнительного пояса у настила;

– тавровых и прокатных тавров (рис. 2, д), применяемые в двухъярусных ортотропных плитах, из половин прокатных двутавров и сварных соединений. Из всех вариантов они наиболее эффективны;

– из неравнополочных уголков (рис. 2, е), применяемые также в двухъярусных ортотропных плитах, несимметричность которых затрудняла съемку проектных положений ребер после сварки к листу настила.

В поперечных балках одноярусного типа применяют конструкции сварного таврового сечения при недостающем поясе заменяют лист настила. При двухъярусной ортотропной плите поперечные стыки балок могут быть сварными соединениями двутавровых или решетчатой комбинированной конструкций, исполняющий функции одновременно поперечных связей.

В одноярусных плитах в стенках поперечных балок делают вырезы, через которые проходят продольные ребра, но в таком случае следует помнить о снижении концентраций напряжений (рис. 2, в). Продольные ребра полосового типа обычно сваривают со стенкой поперечной балки с одной стороны, что естественно намного упрощает изготовление ортотропных плит. Можно облегчить и упростить данный вид конструкции чтобы не приваривать полосовые (или полособульбовые) продольные ребра к стенкам поперечных балок (рис. 2, г); тогда нагрузка перейдет с продольного ребра на поперечную балку только работой листа настила на изгиб. Надежностью такого стыкового узла проверена в специальных лабораторных условиях. В стыках продольных ребер располагают в третях или четвертях панели (в зоне действий небольших изгибающих моментов в неразрезных продольных ребрах).

Технология возведения мостов с применением ортотропных плит. Конструкция возводимого сооружения определяет основные принципы проектирования и строительства. Использование плит заводской готовности подразумевает проработку процесса транспортировки, укрупненной сборки и монтажа металлических конструкций. Однако мост – это комплексное сооружение, требующее создание необходим несущих опор, предполагаемые проектом.

К современным опорным частям предъявляют особые технические требования, они являются многофункциональными конструктивными элементами, обеспечивают длительность работы сооружений и должны гарантировать надёжность [3-4]. В независимости от конструкторских и архитектурных решений, к опорам сооружения предъявляется множество требований, а их возведение состоит из множества работ.

При возведении монолитных опор мостов и применении ортотропных плит выполняются подготовительные, опалубочные и арматурные работы.

Подготовительные работы, предусмотренные проектом очень важны, так как на этом этапе строительства объекта производится расчет необходимой оснастки и оборудования от правильности которого на прямую зависит качество и проектные сроки производства работ. Так же учитываются все необходимые мероприятия для обеспечения безопасности рабочих, охраны труда и окружающей среды. Основное внимание уделяется проверке и выбору комплексной тепловлагозащитной оснастке, обеспечивающей нормальное твердение бетона под тепловлагозащитным покрытием в условиях выдерживания бетона в опалубке. Также при этапах разогрева и остывания бетона, тепловлагозащитная оснастка поможет исключить появление температурных трещин.

Для работы в холодное или теплое время года необходимо наличие объемлющей оболочки – «укрытия» для защиты бетонируемой конструкции от неблагоприятного воздействия осадков, ветра, мороза и прямых солнечных лучей. Укрытие должно обеспечивать защиту по объемному принципу, подразумевающему защиту поверхности, торцов, боковых поверхностей и подопалубочного пространства.

После подготовительного этапа и перед началом арматурных и опалубочных работ необходимо полностью закончить геодезические разбивочные работы, так же особое внимание необходимо уделять геодезическим работам при монтаже щитов опалубки и арматурных каркасов.

В практике строительства мостов предусматривается для сокращения трудоемкости арматурных работы и сроков выполнения арматурные элементы и каркасы выполнять в виде укрупненных блоков и модулей, исходя из технических возможностей оборудования, грузоподъемных и транспортных машин.

Арматуру, установленную на проектное место, со всеми закладными деталями, объединяют в жесткий каркас, для предотвращения деформации при бетонировании.

При выполнении опалубочных работ необходимо обеспечить жесткость установленной опалубки, чтобы предотвратить деформацию и отрыв под давлением столба уложенной бетонной смеси. После герметизации стыков, формирующие поверхности опалубочных щитов необходимо отчистить от мусора, продуть сжатым воздухом, нанести смазку, обладающей достаточной адгезией к материалу формообразующей поверхности опалубки, не вызывающей разрушение бетона и появления пятен. Смазку следует наносить тончайшим слоем, не допуская попадания смазки на стержни арматурного каркаса.

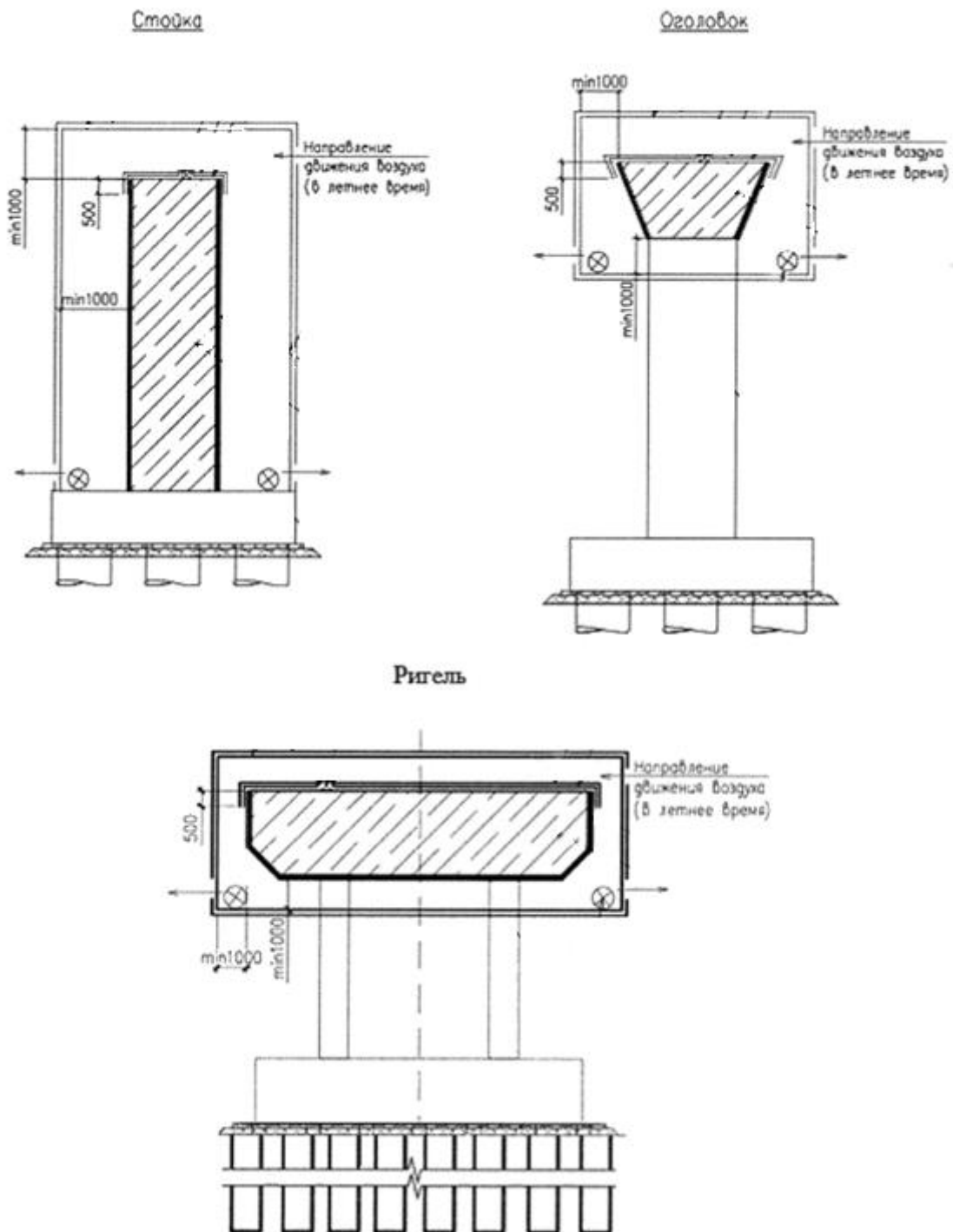


Рис. 3. Принципиальная схема конструкции тепловлажностного покрытия и укрытия для конструкции опоры

Общие положения монтажно-сварочных работ. Сборка и монтаж пролетного строения мостов должен соответствовать определенным принципам, выполняться по разработанному и утверждённому проекту производств работ.

Последовательность монтажно-сварочных работ должна предусматривать максимально возможный фронт работ на основании принципов:

- соответствие требованиям охраны труда – недопустимость сварки в одном сечении на разных уровнях;
- не нарушающего геометрию пролетного строения – недопустимость сварки до сборки болтовых соединений в стыке;
- снижение трудозатрат – сборка болтовых соединений при чистовой подготовке контактных поверхностей без последующей переборки и минимальном необходимом объеме зачистки сварных швов;
- обеспечение прохождения контроля качества сварных соединений – недопустимость перекрытия швов другими элементами;
- одновременное выполнение сварки поперечных стыковых соединений верхнего и нижнего поясов балки, расположенных в разных поперечных стыках пролетного строения;
- выполнение сварки вставок продольных ребер нижнего пояса и верхнего пояса балки в любое время после приемки поперечного стыкового соединения нижнего и/или верхнего поясов до сдачи поперечного стыка балки;
- выполнение сварки соединений вставки торцевых и бортовых элементов консольных плит после сварки поперечного стыка плиты и продольного стыка данной плиты к верхнему поясу балки.

Так же существуют жесткие требования к положению балок по высоте в поперечном сечении вызваны необходимостью обеспечения равномерных (одинаковых) нагрузок на пояса и несущие стенки балок при надвижке пролета на капитальные опоры [11].

Скруплезно точный и технически верный геодезический план перед началом сборки, сварки монтажных соединений на стройплощадке подвергается проверке проектного положения до сварки и после сварки, и подтверждается исполнительной документацией.

Все геодезические работы выполняются электронными тахеометрами типа LEICA, TRIMBLE, SOKKIA, точностью выставления 2 секундами [12-13]. Для переноса проектов сооружений используют геодезический рэпер, созданный на стройплощадке в виде геодезических высот и строительной сетке. От геодезического рэпера разбивают на местности положения главных осей сооружений, а затем производят детальную разбивку проектного положения частей сооружения [5].

По завершению строительства производится контрольная геодезическая съемка для подтверждения проектного положения, в основе которой составлен исполнительный генеральный план строительного объекта [4, 12-13].

Общее описание технологии сборки и сварки ортотропных плит. Ортотропные плиты укрупняют на стенде укрупнения. Для обеспечения качества сборки стенд должен иметь поперечные балки в сечениях поперечных ребер ортотропных плит. Допускается объединение ортотропных плит на сборочных стапелях.

Последовательность технологических операций по сборке и сварке ортотропных плит на стенде укрупнения:

- выполнить пескоструйную очистку контактных поверхностей в стыках, накладок и свариваемых кромок плит;
- установить монтажные блоки ортотропных плит на стенд;
- выровнять плиты по поперечным ребрам; зазор в продольном стыке укрупняемых ортотропных плит должен быть 9-11 мм до постановки сварных прихваток;
- внешние ребра поперечных плит опустить на проектную величину 8 мм и закрепить к поясам внешних поперечных ребер балок стенда;
- сборку произвести на пробках и высокопрочных болтах поперечных ребер плит, произвести натяжение высокопрочных болтов на проектное усилие 60-70%;
- два ряда верхних болтов завернуть «рожковым» ключом от руки;
- пробки заменить болтами поочередно с натяжением на проектное усилие 60-70%;
- выполнить герметизацию стыков по контуру накладок;
- выполнить геодезический контроль положения плит перед сваркой, выполнить комплекс подготовительных технологических операций по подготовке стыка к сварке.

Комплекс монтажных и сварочных работ на участке должен проводиться при геодезическом сопровождении, которое включает в себя:

- контроль положения и длины элементов, монтируемых и свариваемых конструкций в плане и профиле;
- соответствие величин строительного подъема, уклона и длины проектных данных;
- составление исполнительной съемки и документации на каждом этапе работ.

Во время выполнения сборочно-сварочных работ ответственные инженерно-технические работники участка обязаны проводить пооперационный контроль технологических операций от начала сборки монтажных соединений до окончания сварочных работ.

Основной комплекс технологических операций по подготовке и сборке монтажного стыка под сварку:

- прирезка по проекту с обеспечением требуемой разделки кромок;
- пескоструйная очистка свариваемых кромок;
- устранение деформации кромок и установка сварочного зазора;
- предварительный прогрев мест постановки прихваток;
- постановка прихваток;
- механическая обработка прихваток;
- постановка выводных планок на свободных кромках (где требуется);
- приёмка сборки стыка перед сваркой;
- постановка формирующих подкладок;
- предварительный подогрев стыка перед сваркой;

- сварка соединений, продольных стыков. Послойный контроль температуры шва;
- снятие формирующих подкладок, срезка выводных планок.
- механическая обработка сварного шва;
- визуально-измерительный контроль сварного шва;
- ремонт сварного шва (если требуется);
- ультразвуковой контроль сварного шва;
- затянуть высокопрочные болты на проектное усиление 100% и выполнить временную защиту болтовых соединений по технологическому регламенту;
- выполнить геодезический контроль положения плит после сварки.

При наличии угловых деформаций типа «домик» выполнить термическую (термомеханическая) правку стыка горизонтального листа укрупненных ортотропных плит.

Порядок сборки и сварки монтажных соединений металлоконструкций пролетного строения. Ортотропные плиты укрупнять в «двойки» на стенде укрупнения. Для обеспечения качества сборки стенд должен иметь поперечные балки в сечениях поперечных ребер ортотропных плит. Допускается объединение ортотропных плит непосредственно на сборочных стапелях.

Стенд сборки жестких ребер на элементах основной балки и ортотропной плиты является порталной установкой. Он состоит из портала, с пультом управления, закрепленным на поперечной балке портала и перемещающегося вдоль нее при помощи работы привода перемещения пневмоцилиндра [14].

Последовательность технологических операций по сборке и сварке ортотропных плит на стенде укрупнения:

- выполнить пескоструйную очистку накладок, поперечных ребер и свариваемых кромок плит;
- установить монтажные блоки ортотропных плит на стенд;
- выровнять плиты по поперечным ребрам;
- зазор в продольном стыке укрупняемых ортотропных плит должен быть 9–11 мм до постановки прихваток. Свободные поперечные ребра плит опустить на величину 8мм и закрепить струбцинами к поясам поперечных ребер балок стенда;
- на высокопрочных болтах и пробках собрать стыки поперечных ребер плит, выполнить натяжение болтов от проектного усилия на предварительное усилие 60–70 %. В стыках завернуть «рожковым» ключом от руки два верхних ряда болтов. Поочередно заменить пробки болтами с натяжением на предварительное усилие 60–70 % от проектного усилия. Выполнить герметизацию фрикционных соединений по контуру накладок;
- выполнить геодезический контроль положения плит перед сваркой;
- выполнить комплекс технологических операций по подготовке стыка к сварке;
- продольный стык собрать и заварить автоматической дуговой сваркой под флюсом с металлохимической присадкой в виде рубленой сварочной про-

волоки диаметром 2 мм. Автоматическую сварку с металлохимической присадкой продольных стыков выполнять «на подъем»;

- заварить по сварочной технологии МПГ (механизированной сваркой проволокой среди активных газов) или ручной дуговой сваркой (РД) угловые швы роспусков в стыках поперечных ребер ортотропных плит.

- на конце стыка с лицевой и обратной стороны усилить стыковой шов, с не прирезаемой стороны снять шлифмашинкой «заподлицо» с основным металлом на длине 50 мм;

- на проектное усилие затянуть высокопрочные болты - 100 % и выполнить временную защиту болтовых соединений по указаниям Технологического регламента;

- выполнить геодезический контроль положения плит после сварки.

Контроль качества сборно-сварочных работ. Дефекты в виде трещин, непроваров, шлаковых включений и прочее – главная причина, из-за которой снижается технологическая прочность сварочных соединений. Бывают дефекты как явные, так и скрытые, как значительные, так и малозначительные, а также критические. Разделяют дефекты подобным образом, чтобы для контроля качества продукции провести нужный вид контроля, контроль может быть сплошным или выборочным. Независимо от вида контроля, дефект судят по косвенным характеристикам. Некоторые характеристики подвергаются измерению, а результаты этих измерений, описывают выявленные дефекты и используют данные для их дальнейшей классификации [4, 15-16].

Для проведения пооперационной приемки работ по сборке, сварке и контролю качества монтажных сварных соединений металлоконструкций пролетного строения организация должна разработать:

- операционные карты технологических процессов сварки монтажных стыковых и тавровых соединений по всем применяемым способам сварки;
- технологические карты по неразрушающему контролю;
- маркировочную схему монтажных сварных швов.

Перед началом выполнения сборно-сварочных работ должна быть проведена комплексная проверка разрешающей документации и технической оснастки, включающая в себя:

- качество и состояние сварочных материалов оснастки и приспособлений;
- состояние сварочного и вспомогательного оборудования;
- состояние и поверка приборов и аппаратуры;
- состояние и поверка оборудования для постановки и натяжения высокопрочных болтов;

Выполнение данного типа строительных операций необходимо проверять на каждом этапе, для получения необходимо проектного результата. На практике проверка осуществляется по нескольким основным направлениям:

- соответствие положения элементов конструкций проекту;
- соответствие размеров и формы подготовленных кромок под сварку;
- величину зазора в стыке;

- плотность и надежность закрепления формирующих подкладок;
- величину деформации и уступов (горизонтальных смещений) стыкуемых кромок;
- расположение, геометрические размеры, количество и качество прихваток;
- качество сварки на выводных планках;
- соответствие применяемой оснастки при сборке;
- соответствие применяемых режимов сварки, в зависимости от способа сварки.

Процесс визуально-измерительного контроля неотъемлемая и необходимая часть производства работ по сборке и монтажу металлических конструкций пролетного сооружения. Этапы работ и части конструкций, к которым применяется данный тип контроля, должны соответствовать определенным требованиям:

- проектным параметрам должны соответствовать фактические геометрические параметры монтажных угловых швов;
- поверхность шва должна быть без наплывов и перерывов;
- основной стыковой и угловой сварочные швы, выполненные различными способами сварки, должны иметь гладкую и равномерно чешуйчатую поверхность, к границам перехода к основному металлу швы должны иметь сплавление металла шва с основным металлом конструкции, дефекты в виде наплывов не допускаются;
- дефекты в виде не заваренных кратеров не допускаются, наружные поры, несплавление кромок, прожоги, трещины все видов, направлений и геометрических размеров. Кратеры по окончанию сварки швов необходимо выводить на выводные планки. В местах остановки сварки кратеры должны быть защищены и переварены;
- в многопроходных продольных и поперечных швах межваликовые впадины не должны превышать 0,5 мм для поперечных стыковых швов и 1,0 мм – для продольных стыковых и угловых;
- усиления на концевых участках стыковых сварочных швов должно быть обработано угловой шлифовальной машинкой «заподлицо» с основным металлом на длине 50 мм. Усиление вертикальных стыковых сварочных швов на длине ≈ 30 мм зачистить концевые участки шва. Полная зачистка усиления вертикального сварочного шва не является браком. Кромки в зоне этих стыков притупить с фаской 1-2 мм со скруглением углов абразивным инструментом;
- на стыковых участках шва любых толщин усиление шва с лицевой стороны должно быть не более 3,5 мм. В стыковых сварочных швах, где усиление поверхности шва превышает 3,5 мм, следует выполнить механическую обработку угловой шлифовальной машинкой лицевой поверхности стыкового шва;
- в зонах перехода в угловых швах от заводской сварки к монтажной сварке подлежат механической обработке длиной ≈ 60 мм;

- свободные кромки после срезки выводных планок и зачистки торцов монтажных соединений стыковых швов притупить фаской 1-2 мм, углы скруглить абразивным инструментом;
- на основных металлоконструкциях не должно быть ожогов после сварки. Выявленные ожоги следует полностью удалить абразивным инструментом;
- риски от механической обработки сварных швов, свободных торцевых стыковых сварочных соединений и других мест металлоконструкций должны быть ориентированы вдоль продольных кромок конструкций;
- ослабление сварочных соединений при механической обработке (углубление в основной металл) не должно превышать 1 мм на металле толщиной до 25 мм и 4% толщины на более толстом металле;
- для устранения поверхностных дефектов со свободных торцевых швов нижних поясов главных балок при механической обработке угловой шлифовальной машинкой, разрешается плавно под уклоном 1:20 и радиусом от 150 мм и более на свободных кромках углубиться без подварки в основной металл металлоконструкций на величину 0,02 ширины свариваемого листа, не более 6 мм с каждой стороны и не более 10 мм с одной стороны. После обработки угловой шлифовальной машинкой торцов стыковых сварочных соединений необходимо острые грани притупить фаской 1-2 мм, скруглив углы абразивным инструментом;

Специалисты лаборатории контроля качества мостостроительной или сторонней организации осуществляют приемочный контроль качества монтажных сварочных швов неразрушающими методами.

Заключение. Технология строительства мостов и сооружений с применениями ортотропных плит широко применяется по всему миру, включая Республику Беларусь и Российскую Федерацию. Благодаря возможностям укрупненной сборки и частичной, большей или меньшей, заводской готовности элементов процесс возведения готовых конструкций с применением данной технологии отвечает современным тенденциям. Не смотря на множество особенностей и сложность элементов сборно-монтажных работ, возможность сокращения сроков и трудоемкости строительства обуславливает широкое применение описанной конструкции металлических пролетных строений.

Так же, совершенствование сварочного оборудования, подъемно-транспортных и специализированных строительных машин, методов и приборов неразрушающего контроля сварных соединений, применение инновационных проектных программ открывает большие возможности развития этого направления дорожного строительства.

Список источников

1. Черный, С. А. Современные системы дорожных одежд на металлических мостах с ортотропной плитой и тенденции их совершенствования / С. А. Черный // Дорожники. – 2015. – № 4(4). – С. 9-10. – EDN YVNQVV.

2. Белуцкий, И. Ю. Практика реновации сталежелезобетонных мостов / И. Ю. Белуцкий, И. В. Лазарев, А. В. Лапин // Дальний Восток. Автомобильные дороги и безопасность движения: международный сборник научных трудов. – Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет, 2021. – С. 8-16. – EDN JIMFES.
3. Еремин, В. Г. Расчёт температурных перемещений неразрезных пролётных строений / В. Г. Еремин, Д. В. Фомин // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2011. – № 1(4). – С. 127-132. – EDN OGZOTL.
4. СТО ГК «Транс строй» 005-2007 Стандарт организации. Положение о технологическом регламенте для подрядных организаций ООО «Группа компаний «Трансстрой». – Москва: «Трансстрой» – 2007. – 12 С.
5. Абеляшева, Т. М. Транспортная нагрузка на территории города Курска и ее последствия / Т. М. Абеляшева // Аграрная наука - сельскому хозяйству: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 27–28 января 2009 года / Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2009. – С. 34-36. – EDN VASGLX.
6. Овчинников, И. Г. Дорожная одежда на мостовых сооружениях: отечественный и зарубежный опыт / И. Г. Овчинников, И. И. Овчинников // Интернет-журнал Науковедение. – 2014. – № 5(24). – С. 67. – EDN ТКЕМВН.
7. Демьянушко, И. В. Исследование влияния геометрических характеристик ребер ортотропных плит мостовых сооружений / И. В. Демьянушко, Мохамед Эльтантави Эльмадави, П. В. Черенков // Транспортное строительство. – 2009. – № 5. – С. 30-32. – EDN TPNNQD.
8. Коргин, А. В. Включение ортотропных плит настила в работу несущих конструкций мостов из алюминиевых сплавов / А. В. Коргин, В. А. Ермаков, Л. З. Зейд Килани // Вестник МГСУ. – 2022. – Т. 17. – № 7. – С. 882-896. – DOI 10.22227/1997-0935.2022.7.882-896. – EDN LRMBFI.
9. Парфенов, А. А. Технологические особенности подготовки поверхности ортотропной плиты моста под укладку защитно-сцепляющего слоя / А. А. Парфенов, Т. Л. Лазарева // Транспортные сооружения. – 2021. – Т. 8. – № 4. – DOI 10.15862/09SATS421. – EDN GCGPBL.
10. Поляков, С. Ю. Об одном способе назначения конструкции одежды ездового полотна на ортотропной плите металлических мостов / С. Ю. Поляков, А. Н. Яшнов // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 4(47). – С. 58-65. – EDN VWUTZM.
11. Абеляшева, Т. М. Оценка антропогенного воздействия на основные водоносные горизонты Курской области / Т. М. Абеляшева // Проблемы регионального природопользования и методика преподавания естественных наук в средней школе: Материалы III региональной научно-практической студенческой конференции, Воронеж, 01–30 сентября 2001 года. – Воронеж: Воронежский государственный педагогический университет, 2001. – С. 78-84. – EDN WDUOFF.

12. Блохнина, И. А. Роль инженерной геодезии в современном строительстве / И. А. Блохнина // Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений: сборник научных трудов 2-й Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 20 ноября 2020 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 69-72. – EDN EVHHEL.

13. Гура Татьяна Андреевна, Поленников Д.П. Применение современного электронного тахеометра Leica TS09plus при выполнении плановых разбивочных работ в строительстве // Sciences of Europe. 2017. №11-5 (11). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-sovremennogo-elektronnogo-taheometra-leica-ts09plus-pri-vypolnenii-planovyh-razbivochnyh-rabot-v-stroitelstve> (дата обращения: 09.10.2022).

14. Яцинич, Д. А. Технологические особенности изготовления балки пролетного строения моста / Д. А. Яцинич, А. И. Демченко, А. С. Рафальский // Обработка материалов: современные проблемы и пути решения: Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Юрга, 26–28 ноября 2015 года / Национальный исследовательский Томский политехнический университет; Ответственный редактор Д.А. Чинахов. – Юрга: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2015. – С. 11-14. – EDN VCFNXZ.

15. Швидкий, В. Я. Деформации и их учет при сборке пролета цельносварного металлического моста на стапеле / В. Я. Швидкий, Т. Г. Зверева // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2017. – № 2. – С. 36-41. – EDN YORPJZ.

16. Динер, Е. А. Исследование методов неразрушающего контроля качества сварных соединений и областей их применения / Е. А. Динер // Новые технологии - нефтегазовому региону: Материалы Всероссийской с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 18–22 мая 2015 года. – Тюмень: Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2015. – С. 336-338. – EDN UHMVPI.

© В. В. Кутузов, В. С. Бодунов, 2022