

АЛЮМИНИЕВЫЕ КОНСТРУКЦИИ В МОСТОСТРОЕНИИ

В программе развития транспортной системы России на период 2010-2015 гг. центральное место занимает решение задачи строительства и реконструкции автодорог. Плохое состояние и недостаточность дорог современного уровня приводят к потере почти 3% ВВП, что равносильно сумме расходов на оборону страны. Характерный показатель — по плотности дорог даже в европейской части России занимает одно из последних мест (табл. 1).

Для решения подобной грандиозной задачи потребуются привлечение значительных финансовых средств и мобилизация производственных ресурсов. При этом также отмечается существенный дефицит мостов. Для сравнения: в США при общем количестве мостов всех видов в 574671 шт. дефицит составляет 32%. Соответственно, существующая отечественная инфраструктура отстает по этим показателям в разы. Очевидно, что следует по максимуму использовать инновационные решения при строительстве мостов, являющихся важной составляющей автодорог. В этой связи привлекает внимание сложившаяся в мировой практике тенденция расширения применения алюминия в мостовых конструкциях. Сегодня исполнилось 75 лет с момента первого опыта, когда в Питтсбурге (США) заменили мостовое полотно из стали и дерева на алюминий, что увеличило фактическую грузоподъемность моста. С тех пор было построено более 100 алюминиевых мостов, причем некоторые имеют срок эксплуатации уже более 50 лет. Это указывает на высокую степень пригодности алюминия (имеется в виду — алюминиевых сплавов) и промышленную готовность к его широкому использованию в мостовых конструкциях. К сожалению, это направление в нашей стране не нашло практического развития. На то есть свои причины, которые, очевидно, были связаны с характером плановой экономики, фондируемым распределением некоторых материалов, недостаточной стимуляцией инновационных решений. Ведь не случайно мы до сих пор имеем один из самых низких индексов инновационности. В России только 9,4% предприятий

осуществляют технологические инновации. Для сравнения: в Германии — 73%, в Португалии — 39%, в Греции — 27%.

Сегодня настало время обратить самое серьезное внимание на использование алюминия в мостостроении. Недаром к этому же призывают не только металлурги, но и наши коллеги в мостостроении. [1]

Чем привлекает использование алюминия в мостах?

Прежде всего уникальными особенностями алюминия и алюминиевых конструкций:

- низкий удельный вес (треть от удельного веса стали);
- высокая удельная прочность — превосходящая сталь и бетон;
- превосходная коррозионная стойкость даже в условиях дождя и дорожных реагентов избавляет от необходимости периодического повторного окрашивания и расходов;
- высокие показатели вязкости разрушения;
- практически абсолютная хладостойкость при температурах до (-70°C) и ниже;
- повышенная сейсмостойкость конструкций как следствие уменьшения веса и более высокой демпфирующей способности при сравнительно низком модуле Юнга;
- отличная прессуемость алюминия позволяет дать создателям мостов строительный профиль практически любой формы, обеспечивающей оптимальное размещение металла в зонах с наибольшим уровнем нагрузкой;
- легкость производства крупногабаритных широких панелей требуемой длины позволяет вынести сборку конструкций за пределы стройплощадки и доставлять их на место в короткое время;
- высокая доходность утилизации при минимальных потерях алюминиевых конструкций по завершении жизненного цикла моста (ЖЦ).

Что сдерживало широкое использование? Какие обстоятельства и найденные решения уменьшили действие отрицательных факторов?

Во-первых, заведомо неправильный расчет экономических результатов как следствие разорванности бюджетов нового строительства и последующих бюджетов эксплуатации и утилизации конструкций, неправомерный перенос практики экономических расчетов стальных и железобетонных конструкций на ЖЦ алюминиевого моста. Сегодня необходимо признать, что канули в лету времена, когда стоимость стальных конструкций была в 7-8 раз меньше алюминиевых. Только за 2007 г. сталь подорожала на 80% и сегодня находится на уровне 1000 долларов США за т, а в 2009 г. прогнозируется повышение стоимости до 1300 долларов США за т. Во-вторых, некорректный логистический учет экономических потерь при сокращении сроков прекращения движения при реконструкции или при строительстве нового моста.

Алюминиевые мостовые конструкции (АМК) демонстрируют наибольший эффект в снижении стоимости жизненного цикла при реконструкции мостов. Замена изношенных или устаревших железобетонных или стальных конструкций на АМК обеспечивает продление срока жизни и повышение эксплуатационных характеристик мостов.

Сокращение стоимости с использованием алюминия обусловлено сравнительно малым весом АМК. Вес алюминиевого полотна («мертвая» нагрузка) моста при одинаковой грузоподъемности в 5-6 раз меньше веса железобетонного ($80 - 120 \text{ кг/м}^2$ для алюминиевых сплавов против 500 кг/м^2 для железобетона) и в 2-4 раза меньше веса стального. Это позволяет, применив АМК и используя существующие опоры и балки, увеличить грузоподъемность моста (рабочую нагрузку) в 2-3 раза и расширить его проезжую часть. Очевидно, что по сравнению с решением этой задачи путем сооружения нового моста или, по меньшей мере, проведения работ по усилению опор, балок и полотна из железобетона или стали, стоимость работ снижается. Кроме того, малый вес АМК позволяет собирать крупногабаритные и транспортабельные конструкции высокой заводской готовности, что резко сокращает сроки строительства. По американским данным, среднее время простоя дороги при установке алюминиевого полотна моста составляет 24 дня против 12-24 месяцев при сооружении железобетонного полотна.

Сокращение стоимости эксплуатации АМК обусловлено, главным образом, вы-

Табл. 1. Сравнительные показатели дорожной инфраструктуры

№	Показатель	Единица измерения	Россия	США	Франция	Германия	Канада	Казахстан
1	Общая протяженность	млн. км	1,145 ¹⁾	6,284	0,813	0,640	0,901	0,159
2	Плотность дорог	км/км ²	0,067 ²⁾	0,69	1,47	1,80	0,090	0,060

¹⁾ в европейской части России 0,522 млн. км

²⁾ в европейской части России 0,15 км/км²

сокой коррозионной стойкостью алюминиевых сплавов. Конструкции не требуют работ по окраске ни при сооружении, ни в процессе эксплуатации. Кроме того, алюминий, как известно, отличается повышенной хладостойкостью — его прочность растет при понижении температуры. Это снижает необходимость ревизии сооружений в условиях эксплуатации при температурах ниже -35°C , то есть на большей части территории России.

В-третьих, ограниченный объем знаний по АМК, в т. ч. о свойствах и характеристиках алюминиевых сплавов, из-за сокращенного курса преподавания предметов в большинстве университетов; нехватка практического опыта при проектировании и эксплуатации АМК, что заставляло инженеров применять сталь и железобетон. И это при том, что уже в 1974 г. был выпущен СНиП II-24-74, а затем — СНиП 2.03.06-85 на алюминиевые строительные конструкции, разработанные ЦНИИСК им. Кучеренко при участии ЦНИИПСК, ВИЛС (Минавиапрома) и других организаций. Недостаток профессиональной квалификации по новому материалу и разумная консервативность в столь ответственных сооружениях, как мосты, препятствовали применению алюминия. Тем более, что в мостостроении не хватало утвержденных нормативных показателей АМК, а их разработку необходимо было осуществлять с учетом более низкого модуля Юнга, усталостной прочности и высокого коэффициента теплового расширения, что приводило к большей подвижности мостовых соединений. Все это требовало более подготовленной квалификации проектировщиков.

В-четвертых, сложность проектирования и осуществления соединений, что также требует большого опыта. Профили мостового полотна должны быть собраны в единое целое, чтобы создать требуемую ширину полотна. Либо необходимо соединить несущие опорные конструкции. В любом случае используют механические (разъемные или неразъемные типы соединения) или сварочные способы. Каждый вид соединений имеет свои недостатки.

Однако, созданный в 1991 г. новый способ сварки трением с перемешиванием (FSW) [2] внес кардинальные изменения в повышение качества сварных соединений. Способ использует тепло, выделяемое в процессе трения специальным инструментом. Максимальная температура при этом не превышает 480°C (при температуре плавления алюминия — 660°C). Все результаты FSW превосходят дуговую сварку MIG, включая усталостную прочность и очень малую деформативность швов. Практически немедленно после создания этот способ привлек внимание мостостроителей и вагоностроителей. [3]

Сегодня в серийном производстве алюминиевых вагонов всеми ведущими производителями транспорта стандартно используется FSW. Качество сварки дает настолько убедительные и надежные результаты применительно к алюминиевым сплавам, что и NASA, и ГКНПЦ им. М. В. Хруничева широко применяют новую технологию даже в космических аппаратах.

Всё вышеперечисленное позволяет выделить наиболее эффективные объекты использования АМК в мостостроении:

- Реконструкция мостов с железобетонным полотном, опирающимся на стальные балки (сталебетонные мосты), где при отсутствии возможности увеличения собственного веса перекрытия («мертвой» нагрузки) за счет использования алюминиевого полотна решается задача увеличения грузоподъемности моста и расширения его проезжей части.

- Сооружение или реконструкция мостов в труднодоступных районах, где ограничены возможности доставки материалов, конструкций и оборудования по весу или по срокам (ограничение сезона работ).

- Реконструкция мостов на загруженных трассах, где отсутствует возможность длительного ограничения или прерывания движения.

- Реконструкция исторических мостов, где необходимо увеличение грузоподъемности при сохранении внешнего вида.

- Сооружение мостов в местах исторической застройки, где необходимы наименьшие размеры, минимальное физическое и эстетическое воздействие на среду.

- Сооружение и реконструкция мостов во всех остальных случаях, где величина «мертвой» нагрузки является критичной.

За прошедшие годы в мире накоплен богатый опыт создания и эксплуатации алюминиевых мостов. Первый мост в мире, упомянутый нами ранее, был позднее (в 1967 г.) реконструирован при участии алюминиевой компании Reynolds (RMC) и конструкторской фирмы High Steel Structures (HSS). Установленное алюминиевое полотно имело следующие характеристики: длина — 220 м, ширина — 6,4 м, площадь — 1394 м^2 , удельная мертвая нагрузка — $73,3\text{ кг/м}^2$. Полотно было изготовлено в заводских условиях в виде сварной ортотропной панели, состоящей из плиты сплава серии 5xxx толщиной 12,5 мм, и пресованных профилей сплава серии 6xxx, формирующих ребра и полости панели. В результате вместо 675 т в железобетонном исполнении вес перекрытия составил 102,2 т, что позволило увеличить грузоподъемность моста с 4,5 т/ось до 18 т/ось. В 1994 г., после 27 лет эксплуатации, конструкцию подвергли всестороннему исследованию и

установили лишь наличие слабой поверхностной коррозии, а также коррозии в местах незащищенных торцов и контактов со стальными элементами. Это имело место при том условии, что никаких мер по защите конструкции от коррозии в течение всего срока эксплуатации не принимали. Нарушения работоспособности моста не наблюдалось. Тем не менее, торцы и полости панелей были защищены пробками, стальные поверхности изолированы органическими и металлическими покрытиями, после чего коррозия практически прекратилась.

Полученный опыт явился основанием для реконструкции серии мостов с установкой алюминиевых полотен. В первую очередь это были исторические мосты, где без изменения внешнего вида необходимо было увеличить грузоподъемность и ширину проезжей части. Примером является исторический мост в штате Вирджиния с размером пролета 16,5 м, шириной 6,7 м. Установка алюминиевого полотна позволила увеличить ширину моста до 8,5 м и обеспечить удовлетворительное двухполосное движение. Вес пролета (удельная «мертвая» нагрузка — 102 кг/м^2 , с покрытием — 122 кг/м^2) составил 15 т, что на 55 т легче заменяемой железобетонной конструкции и на 29 т легче подобной стальной. Пролет состоял из трех секций, которые были доставлены одним трейлером, смонтированы с берега с помощью автомобильного крана грузоподъемностью 5 т.

Власти штата Пенсильвания поставили целью сохранение исторического подвешенного моста в Наттингтоне с длиной пролета 97,6 м, который делил город на 2 части и имел грузоподъемность всего 6,35 т/ось. В связи с этим для тяжелых, в частности, пожарных машин требовался объезд в 24 км. Замена стальной конструкции пролета на алюминиевую обеспечила увеличение грузоподъемности до 20 т/ось (рис. 1).

Примером реконструкции объекта на напряженной трассе, где отсутствует возможность длительного прерывания движения, является расширение моста в Айова с целью обеспечения 4-полосного движения



Рис. 1 Реконструированный исторический мост в Пенсильвании (США)

вместо 2-полосного. В случае использования железобетонного полотна вес составил бы 340 т, и потребовалась бы замена стальной конструкции моста с усилением балок. Срок строительства с учетом выдержки бетона составил бы не менее 1 года. Использование алюминиевого полотна позволило оставить без изменения все остальные элементы конструкции. Полный срок работ по расширению проезжей части моста составил менее месяца.

Около 40 автодорожных мостов с алюминиевыми конструкциями сооружено в Северной Европе, в частности, в Скандинавии. При этом в Швеции типичная длина мостов составляет 15-17 м, финские мосты с АМК достигают длины 220 м. Примечательны сведения о сооружении моста длиной 39 м в Норвегии. Сроки сооружения были лимитированы климатическими и дорожными условиями Северной Норвегии. При его изготовлении использованы сварные ортотропные панели заводского производства общим весом 28 т. Конструкция была доставлена на строительную площадку трейлером и смонтирована при помощи крана. Примечательны сроки исполнения работ:

- начало проектирования – 19 марта 1995 г.
 - сдача готового моста – 10 августа 1995 г.
- Общая продолжительность исполнения проекта – 145 календарных дней; без выходных и каникул – 106 суток, в том числе:
- проектирование – 28 суток;
 - изготовление конструкций – 77 суток;
 - монтаж моста – 1 сутки.

После пяти лет интенсивной эксплуатации – по мосту в рабочие дни в течение 8 часов каждые несколько минут проходит



Рис. 2. Gateshead Millennium Bridge, повернутый на 45°, пропускает корабли

тяжелый трейлер – конструкция была подвергнута ревизии, которая подтвердила ее полную сохранность и в отношении несущей способности, и в отношении коррозии.

Один из последних примеров – строительство в 2000 г. моста через канал для обеспечения нормального автомобильного движения в историческом центре г. Хельмонд (Голландия). Весь комплекс работ от проектирования до монтажа моста выполнен компанией Bayards Aluminium Constructies BV, известным голландским производителем алюминиевых конструкций. Решение о сооружении алюминиевого моста было продиктовано следующими причинами:

- ведение значительных земляных работ для создания мощных опор сравнительно тяжелого стального и, тем более, железобетонного моста в непосредственной близости от старинных зданий небезопасно для сохранности этих зданий;
- создание большой строительной площадки в центре старинного города с узкими улицами весьма затруднительно, а ограниченность пространства в месте сооружения моста исключала возможность проведения сборочных работ и обуславливала необходимость окончательного монтажа конструкции в заводских условиях.

Только алюминиевая конструкция, вес которой составил менее 15 т, выполнила поставленные условия. Малоаметный легкий мост, обеспечивший двухполосное автомобильное движение и оборудованный специальной велосипедной дорожкой, удачно вписался в окружающий архитектурный ансамбль.

Компания Allen Marine Inc. (США) поставляет семейство транспортных и пешеходных мостов для северных регионов,

в частности, для Аляски. Легкие конструкции из хладостойких алюминиевых сплавов, концы которых разнесены на 5 и более метров от среза берега, оказывают пониженное давление на грунт, что особенно важно в зоне вечной мерзлоты. Представляет интерес мост длиной 43 м и общей грузоподъемностью 32 т. Мост принимает трейлер с нагрузкой на переднюю ось тягача до 9 т и весом платформы с грузом до 20 т, перемещается на барже, разворачивается в рабочее положение с помощью моторной лодки и может использоваться, в частности, в качестве временной переправы. Мост предназначен для продления сроков и расширения географии северного завоза.

Особая активность в строительстве алюминиевых пешеходных мостов с велосипедными дорожками наблюдается в последние годы в Европе и Америке. В первую очередь сюда относится оригинальный подвесной мост через р.Тайн около г. Ньюкастла в Англии (Gateshead Millennium Bridge). Мост, конструкция которого весит 800 т, предназначен для движения пешеходов и велосипедов в крупнейший английский культурно – развлекательный комплекс. Алюминиевое полотно моста и стальная несущая конструкция, к которой подвешено

Табл. 2. Алюминиевые сплавы, применяемые в различных деталях моста

Компоненты по спецификации ASTM	Исходные заготовки по классификации ASTM и Алюминиевой Ассоциации США								
	Листы, плиты	Тянутые трубы	Тянутые прутки, проволока	Прессов. прутки, профили, трубы	Трубопроводы	Сварные профили, панели	Заклеп. проволока	Литье в землю	Литье в постоянные формы
Стойки, балки, опоры, орнамент				6061-T6 6063-T6	6061-T6 6063-T6	6061-T6		356.0-T6	A444.0-T4 A356.0-T6
Ограждения, перила, муфты		6061-T6 6063-T6		6061-T6 6063-T6 6351-T5	6061-T6 6063-T6	6061-T6			
Болты, винты			2024-T4 6061-T6						
Гайки D<6 мм D>5 мм			2024-T4 6061-T6 6262-T9	6061-T6					
Шайбы плоские (плакированные, анодированные)	2024-T4 2024-T3								
Шайбы пружинные			7075-T6				6061-T6		
Заклепки				6061-T6			6061-T4		
Прокладки	1100-0			6063-F				443.0-F	
Колпаки, наконечники, пробки	6061-T6			6061-F				356.0-T6 356.0-F 443.0-F	

Алюминиевая сварочная проволока

Серия сплава	Стандарт	Марка
3xxx; 6xxx		ER 4043
3xxx, 5xxx, 6xxx	AWSS. 10	ER 5335
5xxx, 6xxx		ER 5556 ER 5183

полотно, представляют собой дуги, расположенные во взаимно перпендикулярных плоскостях. Для пропуска морских судов обе дуги моста поворачиваются на 45° относительно горизонтальной оси (рис. 2).

Не менее примечателен мост через р. Медуей в г. Мэдстоуне, столице английского графства Кент (Lockmeadow Millennium Bridge). Легкая конструкция, собранная из алюминиевых профилей, с помощью тросов подвешена на ажурных мачтах. В качестве материала рабочей поверхности использован углепластик. Изящный мост длиной 80 м удачно вписался в исторический архитектурный и ландшафтный пейзаж.

Алюминиевый пешеходный мост через канал в г. Дублине («Dublin Corporations Millenium Bridge»), соединяющий север и юг столицы Ирландии, не имеет ступеней, порогов, поэтому возможно передвижение инвалидов колясок и велосипедистов.

Уникальные алюминиевые мосты для обслуживания туристических маршрутов открыты в Канаде (для снегоходов) и в США (для велосипедистов). Последний мост построен в болотистой заповедной зоне, где исключалась возможность сооружения промежуточных опор, и рассчитан на пропуск высокого паводка.

Столь развитая индустрия мостостроения требует, очевидно, создания такой же развитой нормативной базы и большого объема исследовательских работ. В США выпущены стандарты и нормативы, определяющие расчет, проектирование и производство АМК. Выпущены также нормативные документы, определяющие алюминиевые сплавы, полуфабрикаты и состояния их поставки для изготовления практически всех элементов конструкций мостов, включая крепеж и сварочную проволоку (табл. 2).

Выше указывалось, что основным конструктивным элементом АМК являются ортотропные панели, изготавливаемые различными методами, упоминались изделия, получаемые сваркой плиты и профилей. Сочленение с несущими стальными балками осуществлялось при помощи крепежа из нержавеющей стали. Развитием этого решения стало использование технологических достоинств алюминия, позволяющих получать цельнопрессованные ортотропные панели с оформлением в процессе экструдирования замкового сечения, при помощи которого осуществляют сочленение панелей (рис. 3).

Наиболее совершенной готовой конструкцией полотна моста на основе ортотропной панели является конструкция, раз-

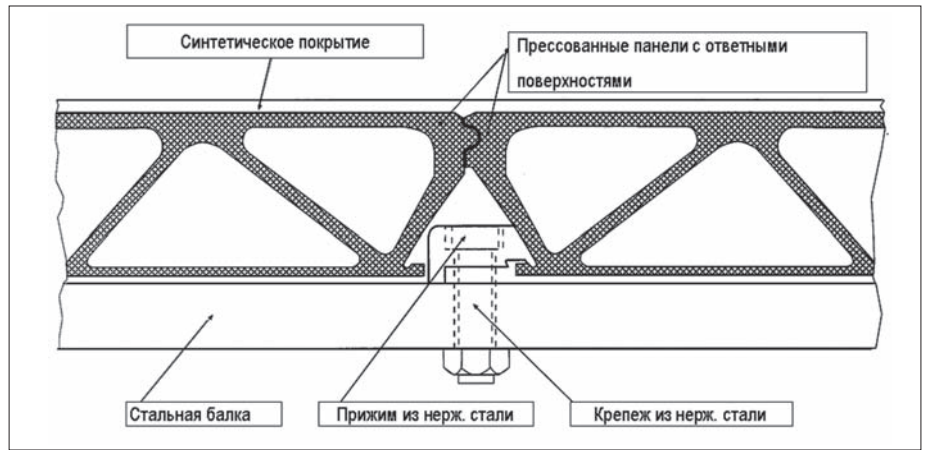


Рис. 3. Крепление панелей с замковым соединением

работанная упомянутыми выше компаниями Reynolds (RMC — ныне входит в компанию Alcoa) и High Steel Structures (HSS), носящая фирменное название Alumodeck. Прессованные панели из сплава 6061T6 сваривают в секции. Рабочую поверхность проезжей части покрывают синтетической смолой с песчаным наполнителем, что обеспечивает снижение удельной «мертвой» нагрузки до 80 кг/м^2 (рис. 4).

Спроектированные и изготовленные конструкции были подвергнуты всесторонним исследованиям. В частности, двухгодичные исследования системы Alumodeck, проведенные Исследовательским Центром Дорожного Департамента штата Вирджиния (США), послужили основанием для создания автоматизированной системы расчета алюминиевых мостов. В Англии расчет конструкции алюминиевых мостов производится на базе программного продукта LUSAS. Наибольший объем теоретических и экспериментальных исследований несущих алюминиевых мостовых конструкций, как и число реализованных проектов, приходится на Скандинавию. Здесь находится ведущий научный и образовательный центр в области алюминиевого мостостроения — Университет науки и технологии (г. Тронхейм, Норвегия), который проводит подготовку специалистов по проектированию и сооружению алюминиевых мостов для Европы и мира.

Зрелое развитие и перспективы алюми-

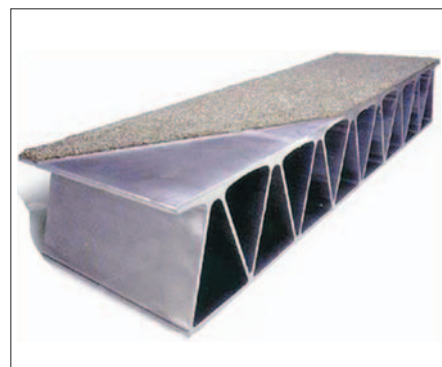


Рис. 4. Фрагмент перекрытия системы Alumodeck

ниевого мостостроения позволили крупнейшей мировой алюминиевой компании Alcoa, включившей в свой состав компанию RMC и приобретшей её права на производство системы Alumodeck, приобрести также и компанию REDD Team Mfg., самого быстрорастущего американского производителя пешеходных алюминиевых мостов. Отметим, что в большинстве стран строительство мостов с применением алюминиевых сплавов осуществляют компании-производители алюминиевых конструкций и сооружений из них. Традиционно известные мостостроительные фирмы, за редким исключением, упустили этот быстро растущий сектор рынка, что помимо известного консерватизма мостостроителей объясняется их слабой подготовкой в области расчета, проектирования и производства алюминиевых конструкций.

Отметим также, что значительная часть упомянутых выше пешеходных мостов получили наименование мостов тысячелетия (millennium). Тем самым строители алюминиевых мостов и государственные органы, заказавшие эти мосты, признали за алюминием право считаться материалом XXI в., по меньшей мере, для пешеходного мостостроения. Основным аргументом в пользу такого утверждения специалисты считают минимальную стоимость жизненного цикла алюминиевых конструкций.

Ситуация с состоянием автодорожных мостов в России также диктует необходимость проведения работ по их реконструкции, как в силу износа мостов, так и в связи с резкой интенсификацией автомобильного движения. Учитывая, что значительная часть из них составляют именно сталебетонные мосты, расположенные на напряженных трассах, становится очевидной перспективность применения алюминиевых конструкций для увеличения грузоподъемности мостов и расширения их проезжей части. Рассмотрим пример реконструкции типичного сталебетонного трехпролётного моста шириной полотна 11 м и длиной пролета 42 м. Как правило, необходимо осуществить уширение полотна до

15,5 м. В железобетонном варианте требуется строительство нового моста. Строительство такого моста с площадью перекрытия 2000 м² займет 2 года. Реконструкция с применением алюминиевых панелей займет около 1 месяца. В России такие решения перспективны для мостов, расположенных как в городах, так и вне них.

Интенсивность движения в крупных городах России резко сокращает допустимые сроки ограничения движения на трассе при реконструкции моста. Возможности проведения значительных земляных работ в исторических городских районах для усиления опор мостов при их реконструкции также ограничены. Всё это свидетельствует о необходимости и эффективности применения легких алюминиевых конструкций в городских условиях.

В стране имеются промышленные возможности полностью обеспечить потребности мостостроения на мировом уровне. Имеется опыт сооружения разборных алюминиевых мостов, а также алюминиевых палубных перекрытий — дек речных и морских судов, весьма сходных по конструкции с перекрытиями мостов. Российская металлургия легких сплавов располагает опытом и производственным потенциалом, которые могут обеспечить мостостроение целым рядом профилей и панелей из сплавов, применяемых в мировой практике для сооружения алюминиевых мостовых конструкций.



Рис. 5. Крупногабаритная ортотропная алюминиевая панель, отпрессованная на предприятии ОАО «Каменск-Уральский металлургический завод»

На рис. 5 представлена ортотропная панель, изготовленная в России и использованная для конструкции вагона. В нашей стране разработаны новые высокопрочные свариваемые алюминиевые сплавы 1935В и 1975, которые расширяют возможности конструкторов и при этом обеспечивают $\sigma_{\text{в}} \geq 500$ МПа и $\sigma_{0,2} \geq 450$ МПа [4]. Сплав 1975 специально разработан для несущих строительных конструкций. Сплав хорошо сваривается, коэффициент ослабления сварного соединения при дуговой сварке плавлением составляет 0,8-0,95. Основной металл и сварное соединение отличаются высокой коррозионной стойкостью, пластичностью и высоким сопротивлением усталости.

В завершении хотелось бы выразить уве-

ренность, что в российском мостостроении появятся условия, обеспечивающие создание новых эффективных мостов на основе инновационных подходов, одним из которых может послужить поворот в сторону применения алюминия. Надеемся, что это произойдет гораздо раньше 2020 г., когда треть всей промышленной продукции России будет инновационной.

Наша уверенность настолько не является голословной, что в очередной раз на 3-й международной Конференции «Алюминий в Строительстве», которая будет проходить 14-16 октября 2008 г. в Москве в гостинице «Президент Отель», будут представлены доклады зарубежных мостостроителей по алюминиевым мостам, строительство которых за рубежом продолжает свое развитие. Полагаем, что их опыт будет нам полезен и приблизит время промышленного освоения подобных мостов у нас.

М. З. ЛОКШИН, к. т. н., генеральный директор компании «Алюсил МВиТ»

Литература

1. Вестник мостостроения, № 1, 2008, Платонов А. С., Кручинкин А. В., Звирь В. И., стр. 2-6
2. Патент: ЕР 0615480В1, 1991 г., W. M. Thomas и др.
3. Журнал «Light Metal Age», октябрь 2001, стр. 18-27
4. Металловедение и термическая обработка металлов, № 8(602), 2005 г., стр. 30-35

межрегиональная конференция «ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ»

Организаторы: Санкт-Петербургское отделение Тоннельной ассоциации России, Администрация Санкт-Петербурга, СОО, ПГУПС, СПбГИ, СПбГАСУ, ОАО «Ленметрогипротранс» и ОАО «ЛЕННИИПРОЕКТ»

В программе:

- Инженерно-геологические изыскания и геотехническая ситуация;
- Правовые аспекты освоения подземного пространства;
- Оценки строительных рисков;
- Мероприятия по обеспечению безопасности строительства и эксплуатации подземных сооружений;
- Геотехническое сопровождение строительства и методы контроля.

**26-28 ноября
2008 год
ЛЕННИИПРОЕКТ
Санкт-Петербург**



С условиями участия можно ознакомиться:
т/ф: (812) 233-2029,
233-4189, 233-4482
infoteka@lenproekt.com
www.lenproekt.com