

ОПЫТ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ СТРОИТЕЛЬСТВА НА ПРИМЕРЕ МОСТА НА ОСТРОВ РУССКИЙ



Проект вантового моста на остров Русский во Владивостоке имеет ряд уникальных показателей, превышающих по своим характеристикам все имеющиеся мировые аналоги, в частности по длине, высоте, соотношению длины и ширины. Помимо этого, существует еще ряд параметров, существенно повлиявших на использование и применение нетрадиционных технических и технологических решений. Для выполнения работ в сложных климатических условиях и соблюдения директивных сроков реализации проекта, а также с учетом специфики района строительства, не располагающего достаточными производственными мощностями для решения столь грандиозных задач, потребовалась организация системы управления проектом, которая включала в себя сопровождение и корректировку всех аспектов производимых работ.

Осуществлялся контроль за процессами, в число которых вошли:

- разработка рабочих чертежей, проектов сложных и вспомогательных устройств, проектов производства работ, графиков исполнения работ;

- исполнение графиков поставки материалов;

- разработка и согласование регламентов исполнения работ;

- контроль качества поступающих материалов.

Тщательно контролировались и согласовывались проекты производства геодезических работ и графики морских перевозок. В процессе реализации проекта большое внимание также было уделено контролю и разработке графиков:

- транспортировки и хранения материалов, механизмов и оборудования а различных площадках;

- движения рабочей силы и механизмов;

- перевозок рабочих авиа- и железнодорожным транспортом.

Успешное строительство столь уникального объекта в сложных климатических условиях невозможно без тесного взаимодействия с метеорологическими службами: в соответствии с прогнозами погодных условий оперативно корректировался график исполнения работ.

Для обеспечения ритмичной деятельности большого количества рабочих и специалистов также требуется постоянный контроль качества их питания, санитарного состояния рабочих мест, мест хранения, приготовления и приема пищи, мест отдыха, постирочных и помывочных помещений.

Не выпали из поля зрения и такие важные организационные аспекты, как своевременное исполнение графиков проведения исследований, изготовления оборудования и конструкций (в том числе вантовых элементов), а также утилизации отходов. В соответствии с планом отслеживались:

- исполнение решений технических советов;

- достаточность материальных резервов (топлива, цемента, щебня, песка, добавок, воды);

- своевременность подачи и уборки подвижного состава под выгрузку;

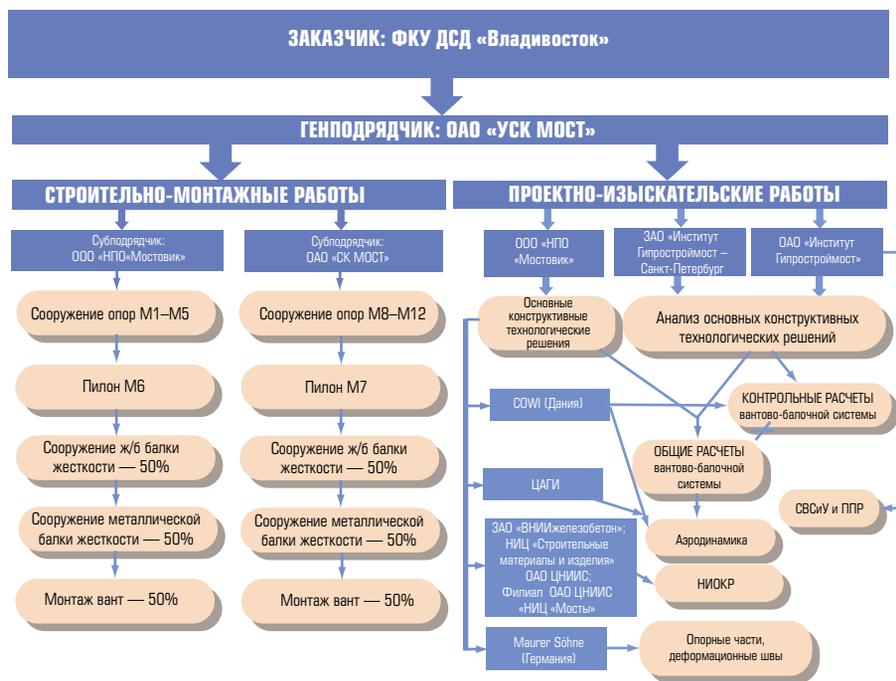
- соблюдение нормативов по возврату вагонов.

На постоянной основе проводились приемочный контроль скрытых работ, геодезический пооперационный и сезонный контроль за положением пунктов триангуляции. Необходимо отметить и такие аспекты функционирования системы управления проектом, как организация консультаций, посещение аналогичных объектов, проведение научно-практических конференций. Все эти мероприятия были объединены в самостоятельную работающую блоки, необходимость и эффективность которых были продемонстрированы в период строительства мостового перехода.

Для принятия технически рациональных решений была организована работа трех проектных институтов, принадлежащих к числу лидеров проектирования мостов в России. Были разработаны регламент взаимодействия и последовательность принятия решений, которые действуют до окончания выполнения работ на строительстве моста на остров Русский. Окончательное решение принималось лишь после детального изучения вопроса, которое порой включало проведение исследований и консультаций с многократной проверкой абсолютно всех расчетов, в том числе и на основе опытных исполнений. К таким работам привлекались как российские, так и иностранные специалисты из ОАО «ЦНИИС», филиала ОАО ЦНИИС «НИЦ «Мосты», ЗАО «ВНИИЖелезобетон», ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», ФГУП «ЦАГИ им. Н.Е. Жуковского», COWI, Cotek, Freyssinet, Maurer Söhne, FORCE Technology, Sewon Rita, IHI, Tokyo Rope и др.

Принятые решения обсуждались на многочисленных технических советах, где они всесторонне оценивались по целому ряду важнейших параметров, таких как:

- надежность;
- возможность качественного исполнения;
- эксплуатационные затраты и возможные последствия;
- технологичность;
- наличие аналогов;
- квалификация, сроки и трудоемкость исполнения;



Участники проекта и основные этапы работ

- максимальное исключение влияния человеческого фактора.

Результатом этой работы стало перепроектирование всех промежуточных опор эстакады и моста. В частности, массивные опоры заменили на пустотелые, из проекта были исключены мощные ригели для опирания пролетных строений эстакад. После тщательного анализа технологичности и круглогодичности работы объекта пролетные строения эстакад были заменены на сталежелезобетонные, как более легкие, надежные и простые в исполнении. Эти изменения привели к улучшению ряда технических характеристик сооружения:

- уменьшилась масса опор, что должно положительно сказаться на функционировании моста при сейсмической активности более 8 баллов;

- уменьшилась вероятность трещинообразования, происходящего при экзотермических процессах твердения бетона;

- уменьшилось время цикла сооружения каждой захватки тела опор;

- уменьшились риски брака при сооружении пролетных строений при отрицательных температурах;

- повысилась степень заводской готовности пролетных строений, что позволило значительно уменьшить влияние человеческого фактора;

- уменьшилась трудоемкость работ на строительной площадке;

- появилась возможность однотипности и повторяемости рабочего цикла сооружения плиты проезжей части.

После обработки результатов аэродинамических исследований был принят ряд проектных изменений по улучшению аэродинамических свойств пилонов и балки жесткости основного руслового пролетного строения, что позволило уменьшить коэффициент лобового сопротивления и ликвидировать возможность появления срывных резонансов.

Результатом поверочных расчетов строительной стадии и технологии сооружения отдельных элементов конструкции стало повышение надежности вантового моста. Для этого нижняя перемычка пилона была перепроектирована и выполнена в сталежелезобетонном исполнении, а длина металлического пролетного строения увеличена с 1024 до 1244 м.

Важным моментом являлись и технологические нюансы работ на ростверке пилона М7 (общий объем бетона, уложенного в него, составил 21 тыс. м³). Бетонирование ростверка было выполнено в три этапа, на всю его высоту (13 м), интенсивность укладки литого самоуплотняющегося бетона составила от 110 до 165 м³/ч. Повышению надежности сооружения также способствовали внесенные в проект изменения по прочностным характеристикам бетона тела пилона (было решено использовать марку В60), что позволило сократить сроки бетонирования захватки, уменьшить толщину коробки пилона и его общую массу.

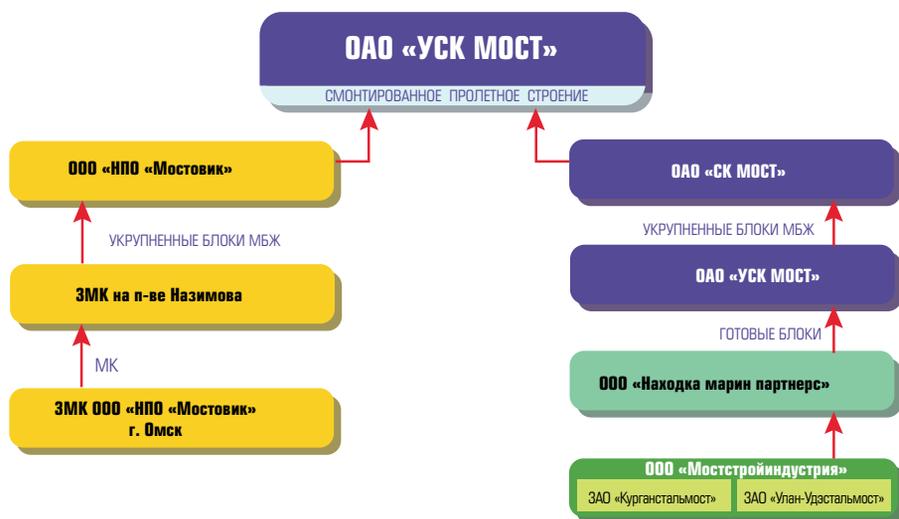


Схема организации работ по сооружению пролетного строения

Следует отметить, что исследование в данном направлении продолжают. Их важной составляющей частью стали и работы по проектированию и изготовлению семи активных гасителей колебаний вантовой фермы (исполнители — Freyssinet и Maurer Söhne).

На испытательном полигоне компании FORCE Technology под руководством специалистов Аарга Дамсгаарда и Сорена Ларсона были также проведены исследования для настройки режимов работ по закреплению вантовой системы на устоях моста (по условиям, определенным генпроектировщиком — ЗАО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург»).

В целях достижения максимальной эффективности и реализации принятых проектных решений были разработаны регламенты и циклограммы исполнения каждой операции с привязкой по времени года, а также исходя из наличия соответствующего оборудования, опыта и квалификации специалистов. Были созданы и внедрены программы обучения и аттестации, а также системы контроля исполнения с применением современных приборов неразрушающего контроля. Для данного объекта было разработано более сотни регламентов, циклограмм, проектов производства геодезических работ и работ кранами.

Для решения всей этой массы задач были объединены усилия большого коллектива специалистов из разных институтов и разных стран. В данной статье хотелось бы назвать

не только организации, но и конкретных инженеров и ученых, воплощением чьих мыслей и предложений является этот проект:

- ЗАО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург» (И.Е. Колюшев, В.И. Сливкер, Р.Н. Гузеев, Ю.П. Липкин);

- OAO «Институт Гипростроймост» (А.В. Бобриков, С.Е. Горбачев, А.В. Евсеев);

- Филиал OAO ЦНИИС «НИЦ «Мосты»» (В.Г. Гребенчук);

- Филиал OAO ЦНИИС «НИЦ «Морские берега»;

- OAO «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева» (С.А. Костыря);

- Maurer Söhne (Кристиан Браун, Марк Бреслер, Петер Креди, Вольфганг Цагирер);

- Freyssinet (Жан-Даниэль Лебон);

- НИЦ «Строительные материалы и изделия» OAO ЦНИИС (Э.А. Болючик, А.С. Бевель);

- Cotek;

- COWI;

- FORCE Technology;

- НПО «Мостовик» (В.М. Курепин).

Успех строительства во многом зависит от коллектива, способного в директивные сроки решать поставленные задачи с соблюдением всех технологических параметров и обеспечением высокого качества выполняемых работ. Для реализации проекта вантового моста были выбраны две мостостроительные фирмы с более чем 15-летним опытом работы в этой сфере (OAO «СК МОСТ» и НПО «Мостовик»). Главными критериями

их отбора были квалификационные требования по владению необходимыми для исполнения проекта технологиями, среди которых основными являются:

- исполнение монолитных железобетонных преднапряженных пролетных строений;

- технология сварки и соединения металла пролетных строений на высокопрочных болтах;

- технология сооружения опор в водных акваториях, а также котлованов с использованием шпунта;

- исполнение подводного бетонирования методом ВПТ;

- изготовление конструкций металлических пролетных строений;

- технология антикоррозионной защиты и изоляционных и окрасочных работ;

- изготовление и монтаж вантовых систем и ферм;

- работа на воде с плавсредств;

- перемещение тяжеловесных и крупногабаритных элементов на большие высоты;

- приготовление и доставка бетонных смесей;

- системный подход к техническому и технологическому контролю исполнения различных видов работ.

На строительстве моста было также задействовано множество компаний, как российских, так и мировых лидеров в производстве материалов, изготовлении вспомогательного оборудования, использовании современных технологий. Хотелось бы отметить всех участников проекта, причастных к этому действительно коллективному сооружению:

- Samsung, Sewon Rita (Южная Корея);

- IHI, Tokyo Rope (Япония);

- GGT (Китай);

- Sarens, Kompaktor (Бельгия);

- Hunnebeck, PERI, Maurer Söhne, Bauer (Германия);

- Potain, Freyssinet, Cotek (Франция);

- FORCE Technology, COWI (Дания)

- Tecwill Oy, Junttan (Финляндия);

- ЗАО «Кургансталмост», ЗАО «Улан-Удэсталмост», OAO «Находкинский судоремонтный завод», OAO «Спасскцемент», OOO «Стройсервис» (Омск), ЗАО «ПромСтройКонтракт», OOO «СТС», OOO «ТД «ЕвразХолдинг» (Россия).

Для обеспечения стройки материалами была сформирована система снабжения абсолютно всем, что не-

обходимо для стройки, — от воды до металлических конструкций балки жесткости. В увязке с директивным графиком проводилась работа по логистике поставок и обеспечению входного контроля качества и количества материалов и конструкций. Для обеспечения приемки и перевалки грузов был организован специальный отдел или, образно говоря, транспортно-обеспечивающий центр. Он позволил оперативно производить поставки на остров, для чего там была создана соответствующая инфраструктура. В комплекс по приемке грузов вошли полуостров Назимова, порты Владивостока, остров Русский, станция Гайдамак, Владивостокское отделение Дальневосточной железной дороги. Созданная система диспетчеризации позволила оперативно решать задачи по обеспечению стройки необходимыми материалами и ресурсами.

Для гарантированного снабжения стройки основным «хлебом» — бетоном был создан двойной запас по производительности бетонных заводов на острове Русском (220 м³/ч) и на полуострове Назимова (240 м³/ч). Для обеспечения бетонных заводов необходимыми материалами на материке были сооружены железнодорожные подъездные пути и повышенные ramпы для разгрузки сыпучих грузов, а на острове Русском были построены причал и танки для хранения воды, доставляемой морскими танкерами.

Для снабжения объекта электроэнергией были развернуты передвижные электростанции мощностью 4500 кВт/ч, а также резервные электростанции для обеспечения бесперебойности исполнения всех технологических операций (непрерывного бетонирования, прогрева конструкций до набора проектной прочности, постоянной работы кранов, сварочного оборудования, подъемников и др.).

Весь процесс контролировался по месячным и недельно-суточным графикам с проведением еженедельного анализа и определением критических зон, для ликвидации которых разрабатывались оперативные управленческие и командно-административные мероприятия.

В связи с неординарностью проекта и по большей части отсутствием опыта подобных строек (в отношении сроков и исполнения работ в морских акваториях, с учетом функцио-

нирования портов, как торгового, так и военного) пришлось разработать и задействовать многоуровневую систему контроля качества исполнения как рабочих чертежей, так и системы их воплощения в каждом элементе моста. Работы начались практически при отсутствии окончательной версии проекта. Инженерно-геологические исследования к тому времени также были проведены не в полном объеме, работы по дополнительным изысканиям выполнялись уже в ходе реализации проекта. Все это, естественно, имеет ряд отрицательных моментов, в частности не позволяет точно спланировать сроки начала и окончания работ, а также произвести более тщательную инженерную подготовку. Но в то же время в такой ситуации есть и положительные моменты, например возможность принятия решения при фактически известном результате.

Отсутствие однозначных вариантов и времени на их более тщательную проработку привело к наличию различных проектных решений исполнения одного и того же конструктивного элемента, в частности на пилонах М6 и М7. Это произошло по ряду причин, к ним отнесены:

- геологические условия;
- невозможность использования одинаковой технологии;
- отсутствие карьеров для устройства островка на острове Русском;
- недостаток времени для обеспечения параллельной работы по бурению и бетонированию БНС и устройству котлована из шпунта;
- использование разных механизмов для выполнения буровых работ;
- защита БНС металлическими гильзами, несъемной опалубкой.

В результате применения разных технологий монолитные ростверки пилонов имеют отличное друг от друга армирование. Ростверк пилон М7 был выполнен из трех захваток бетонирования, а М6 — из пяти. В связи с использованием самоподъемных опалубок разных производителей (на М6 — PERI, на М7 — HARSCO), складные детали первой перемычки пилонов также имеют отличия. Для устройства временных распорок при сооружении тела пилон М6 были применены трубы большого диаметра, ранее использовавшиеся в качестве распорок шпунтового ограждения котлована, а на Русском, из за особенности укрупненного бето-



нирования ростверков, эту роль выполнили двутавровые балки высотой 1000 мм.

Доставка к месту монтажа металлической балки жесткости проводилась по-разному. На остров первые 120 м балки были доставлены по воде и через приемные пирсы подавались в пролет для дальнейшего подъема в проектное положение, после чего объединялись в единую конструкцию. На материке подачу элемента балки под монтажный агрегат выполнили с помощью самоходных тележек грузоподъемностью 400 т. Для сокращения рисков и в связи с отсутствием площадей изготовления и укрупнение металлических конструкций балки жесткости и винтовых сердечников пилонов было поручено разным производителям. ■