

П. В. ПОПРУГА, Л. А. ШЕЙНИЧ, М. Г. МИКОЛАЕЦ (Государственное предприятие «Научно-исследовательский институт строительных конструкций», Киев)

СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОМОБИЛЬНОЙ ЭСТАКАДЫ (ВИАДУК) ТЕРМИНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «D» ДМА «БОРИСПОЛЬ» г. КИЕВ

В статье рассмотрено технологию строительства автомобильной эстакады (виадука) терминального комплекса «D» ДМА «Борисполь». Представлено краткое описание технологического регламента на строительство. Описана технология производства различных работ: от монтажа опалубки до бетонирования и ухода за бетоном. А также описан процесс подбора составов тяжелого бетона.

Ключевые слова: строительство, технология производства, опалубка, тяжелый бетон

При строительстве автомобильной эстакады (виадук) терминального комплекса «D» ДМА Борисполь, Киев, Украина сотрудниками ГП НИИСК выполняли научно-техническое сопровождение. Уникальность этого объекта состоит в том, что он полностью выполнен из монолитного железобетона.

Перед бетонированием конструкций эстакады сотрудниками ГП НИИСК были разработаны технологические регламенты на бетонирование конструкций эстакады. Регламенты были предназначены для обеспечения качества строительных работ, а также уменьшения вероятности образования трещин бетона фундаментов, опор, капителей и пролетного строения. Регламенты разрабатывались на основании проекта 1344/09/UBH-SC-CW-100-ПЗ разработанного Государственным предприятием «Научно-исследовательским и проектно-изыскательским институтом транспортного строительства «Киевгипротранс» для возведения монолитных конструкций автомобильной эстакады (виадук) терминального комплекса «D» ДМА «Борисполь» как при плюсовых температурах, но не выше +25 °С так и при отрицательных температурах, но не ниже –20 °С.

В регламенте были изложены основные требования к процессам производства бетонных работ, а также к материалам и их качеству. В нем учтены условия производства работ: температура окружающей среды, качество используемых материалов, оснастки и оборудования, и другие факторы. При его разработке учтены требования действующих нормативных документов и технических условий, а также современный опыт возведения сложных железобетонных конструкций в разных инженерных сооружениях на территории Украины и за рубежом.

Регламенты состояли из таких основных разделов и подразделов:

- характеристика конструкции;
- требование к опалубке и армированию;
- бетонные работы:
- требование к бетону;
- требование к бетонной смеси;
- производство бетонной смеси;
- подготовительные работы для бетонирования на стройке;
- устройство тепляка и подготовка оборудования для электропрогрева бетона (при отрицательных температурах);
- способы ухода за бетоном при положительных температурах;
- подготовка механизмов: бетононасосов и вибраторов;
- подготовка поста для контроля качества бетонной смеси;
- производство бетонных работ;
- уход за бетоном;
- контроль температуры бетона конструкций;
- контроль качества;
- приемочный контроль качества бетона по физико-механическим характеристикам;
- общая схема контроля качества бетонных смесей, условий выдерживания бетона и качества бетона;
- охрана труда.

Также, сотрудниками ГП НИИСК был выполнен подбор составов бетонов для бетонирования всех конструкций автомобильной эстакады как летнего, так и зимнего бетонирования.

На рис. 1 показана часть запроектированной автомобильной эстакады до строительства.

Для бетонирования ростверков, опор, ригелей и пролетного строения использовалась строительная опалубка торговой марки TMS, Турция, которая соответствует требованиям ГОСТ 27321. Во время монтажа опорных лесов и элементов опалубки конструкций, инстру-

ментального определения положения и соответствия проекту опалубку очищали от мусора и продували сжатым воздухом. При монтаже опалубочных щитов была обеспечена герметичность стыков между ними, что исключило потери цементного теста при виброуплотнении бетонной смеси.

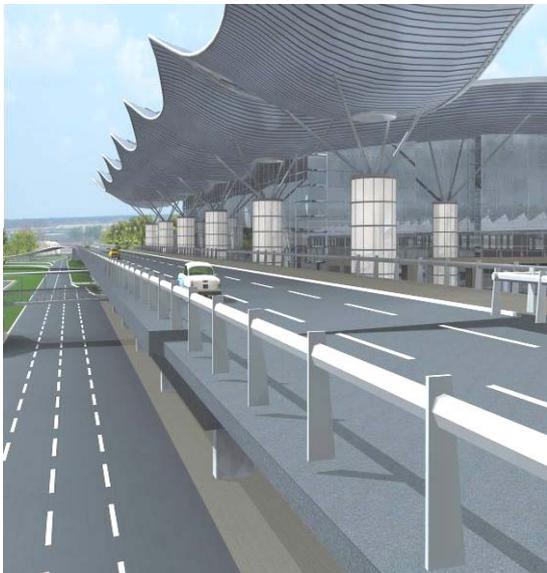


Рис. 1. Вид автомобильной эстакады (виадук) терминального комплекса «D» ДМА «Борисполь»

Температура поверхности опалубки перед укладкой бетонной смеси в зимнее время была не ниже 0°C , то есть положительной. Поэтому при температуре опалубки 0°C и ниже ее разогревали теплым воздухом до температуры не ниже $+5^{\circ}\text{C}$.

Арматурная сталь и сортовой прокат, арматурные изделия, закладные элементы и их расположение в опалубке соответствовали требованиям проектной документации и соответствующим стандартам.

На рис. 2 показана подготовленная к бетонированию захватка пролетного строения с соответствующим армированием.



Рис. 2. Подготовка захватки пролетного строения к бетонированию

С целью контроля температуры в разных зонах бетонлируемых ростверков, опор, ригелей и пролетного строения устанавливались термомпары.

Термомпары крепились к арматурному стержню проволочными скрутками и устанавливались вместе с ним в конструкцию непосредственно перед бетонированием. Выпуски термомпар выводили поверх влаготеплозащитного покрытия и сохраняли до окончания возведения конструкции.

Приготовление бетонной смеси осуществлялось по стандартной технологической схеме с учетом требований ДСТУ Б В.2.7-96 по точности дозирования материалов и особенностей, связанных с порядком загрузки и перемешивания компонентов. На рис. 3 показан завод для производства товарного бетона, который использовался при строительстве эстакады.



Рис. 3. Завод для производства товарного бетона

Работы по непрерывному бетонированию отдельной конструкции (рисунок 4) начинались после завершения армирования и установки опалубки с последующей очисткой бетонлируемого пространства и арматуры от грязи, мусора и посторонних предметов и выполненных подготовительных работ.

Подготовительные работы включали следующие мероприятия:

- устройство тепляка или подготовка оборудования для электропрогрева бетона (при отрицательных температурах);
- подготовку влаготеплозащитных материалов;
- подготовку механизмов: бетононасосов и вибраторов;
- подготовку поста для контроля качества бетонной смеси;
- ревизию системы энергообеспечения и обеспечение техники безопасности.



Рис. 4. Бетонирование захватки пролетного строения

Для укрытия открытых поверхностей ростверка применялся рулонный полиэтилен, с помощью которого устраивалось паровлагонепроницаемое покрытие для предотвращения усадки бетона.

Подготовка бетононасоса к работе заключалась в его прокатке «смазочным» или «промывочным» цементным раствором. Вибраторы для уплотнения бетонной смеси применяли с длиной «хобота», достаточной для уплотнения бетонной смеси в основании конструкций.

Пост контроля качества бетонной смеси находился непосредственно около строительной площадки.

Перерывы при бетонировании конструкций не превышали 20 минут. В этих случаях снижали темп бетонирования и обеспечивали постоянное наличие бетонной смеси в приемном бункере бетононасоса и бетоноводе до прибытия следующего автобетоносмесителя.

Бетонные смеси укладывали в бетонизируемую конструкцию горизонтальными слоями одинаковой толщины без разрывов, с последовательным направлением укладки в одну сторону во всех слоях.

Толщина укладываемого слоя бетонной смеси была не более 1,25 длины вибронаконечника (СНиП 3.03.01-87).

Уплотнение бетонной смеси осуществляли по всему фронту бетонирования с помощью игольчатых вибраторов с диаметром наконечника (вибробулавы) 30...40 мм. Уплотнение начинали на расстоянии 1...1,5 м от места распределения бетонной смеси. Не допускалось виброуплотнение бетонной смеси в месте ее подачи бетоноводом.

Продолжительность виброуплотнения обеспечивало достаточное уплотнение бетонной смеси, признаками окончания виброуплотнения являются:

- прекращение оседания смеси;
- появление блеска цементного молочка на поверхности смеси;
- прекращение выделения пузырьков воздуха.

Способ выдерживания железобетона при зимнем бетонировании зависит от модуля поверхности железобетонных конструкций.

Для данного типа конструкций в табл. 1 (СНиП 3.03.01-87, приложение 9), приведены наиболее экономичные методы выдерживания бетона при зимнем бетонировании.

Таблица 1

Вид конструкции	Минимальная температура воздуха, °С, до	Способ бетонирования
Массивные бетонные и железобетонные фундаменты, блоки и плиты с модулем поверхности до 3	-15	Термос
	-25	Термос с применением ускорителей твердения бетона. Термос с применением противоморозных добавок
Фундаменты под конструкции зданий и оборудование, массивные стены и т. п. с модулем поверхности 3-6	-15	Термос, в том числе с применением противоморозных добавок и ускорителей твердения
	-25	Обогрев в греющей опалубке. Предварительный разогрев бетонной смеси

Способ термоса основан на принципе использования тепла, введенного в бетон до укладки его в опалубку, и тепла, выделяемого цементом в процессе твердения бетона, и является наиболее простым и, как правило, экономичным способом выдерживания бетона.

После окончания бетонирования организовывался уход за бетоном конструкции с целью

набора прочности и предупреждения появления температурно-усадочных трещин. Для этого открытые поверхности конструкции сразу после окончания бетонирования укрывали влагозащитным материалом (рис. 5).

Принцип ухода за бетоном в зимнее время заключался в том, что в тепляк подавался горячий воздух из калориферов, который обеспечи-

вал перепад температур по горизонтали между центром и краем ростверка не более 5 °С и соответственно по вертикали до 7 °С. При увеличении перепада укрывали открытые поверхности теплоизоляционным материалом и увеличивали интенсивность обогрева. На рис. 6 и 7 показано устройство тепляка.



Рис. 5. Устройство паровлагонепроницаемого покрытия



Рис. 6. Устройство тепляка колонны

Обогрев калориферами заканчивали, когда температура поверхности бетона капители и окружающей среды не отличалась более чем на 5 °С.

Увеличение прочности бетона в процессе твердения для различных температур приведено в табл. 2.

На протяжении 7 суток бетон выдерживали в опалубке до набора его 70 % проектной прочности (СНиП 3.03.01-87, п. 2.62, табл. 6).



Рис. 7. Устройство тепляка капители

В теплое время года при выдерживании бетона за счет экзотермии цемента с укладкой бетонной смеси, необходимо знать перепад температуры фундамент - окружающая среда.

Поэтому сразу после бетонирования, конструкции эстакады укутывали 2 слоями теплоизоляционного материала.

В теплое время года влаготеплозащитным покрытием «укутывать» забетонированную конструкцию следует сразу после бетонирования. В местах расположения арматуры, укрывали бетонную поверхность полиэтиленовой пленкой, затем слоем сухих опилок толщиной не менее 30 см, а затем сверху укрывали еще слоем пленки.

При производстве работ в теплое время года для исключения опасности возникновения температурных и усадочных напряжений и, как следствие, трещин и снижения морозостойкости бетона влаготеплозащитное покрытие с поверхностей бетона и производить их распалубку начинали не ранее, чем через десять суток.

Оценка технического состояния железобетонных конструкций после распалубки проводилась сотрудниками ГП НИИСК в присутствии представителей Заказчика на основе технического обследования конструкций, изучения предоставленной заказчиком технической документации.

Оценка технического состояния железобетонных конструкций по результатам обследования выполнялась в соответствии с «Нормативными документами по вопросам обследований, паспортизации, безопасной и надежной эксплуатации производственных зданий и сооружений» [1], «Пособием по обследованию строительных конструкций зданий» [2], ДБН В. 2.3-6: 2009 [3].

Бетонирование конструкций автомобильной эстакады (виадук) терминального комплекса Д ДМА Борисполь выполнено качественно.

Возраст бетона (сут.)	Средняя температура твердения °С							
	0	5	10	20	30	40	50	60
Наращение прочности бетона класса В30 на портландцементе М500 (% от R28)								
1	-	12	18	28	40	55	65	70
2	-	22	32	50	63	75	85	90
3	-	32	45	60	74	85	92	98
5	32	45	58	74	85	96	100	100
7	40	55	66	82	92	100	-	-
14	57	70	80	92	100	-	-	-
28	70	90	90	100	-	-	-	-

Трещин в бетоне конструкций автомобильной эстакады, которые появляются в ранние сроки твердения бетона при саморазогреве, не выявлено.

Прочностные показатели бетона, который использовали при бетонировании пролетного строения в возрасте 28 суток, превышали проектные требования в среднем на 20 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Нормативные документы по вопросам обследований, паспортизации, безопасной и надежной

- эксплуатации производственных зданий и сооружений [Текст]. – Пакет документов зарегистрирован в Министерстве юстиции 06.07.98 за №№ 423/2863 – 426/2866.
2. Пособие по обследованию строительных конструкций зданий и сооружений [Текст]. – М.: ЦНИИПРОМЗДАНИЙ. – 1977. – 16 с.
3. ДБН В.2.3-6:2009. Споруди транспорту. Мости та труби. Обстеження і випробування [Текст]. – Введ. 2010-03-01. – К. Мін регіон буд. України, 2009. – 42 с.

Поступила в редколлегию 21.06.2012.
Принята к печати 02.07.2012.

П. В. ПОПРУГА, Л. О. ШЕЙНИЧ, М. Г. МИКОЛАЕЦЬ (Державне підприємство «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», Київ)

БУДІВНИЦТВО АВТОМОБІЛЬНОЇ ЕСТАКАДИ (ВІАДУКУ) ТЕРМІНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ «D» ДМА «БОРИСПІЛЬ» м. КИЇВ

В статті розглянуто технологію будівництва автомобільної естакади (віадука) термінального комплексу «D» ДМА «Бориспіль». Представлено короткий опис технологічного регламенту на будівництво. Описано технологію виробництва різних робіт: від монтажу опалубки до бетонування та догляду за бетоном. А також описано процес підбору складів важкого бетону.

Ключові слова: будівництво, технологія будівництва, опалубка, важкий бетон

P. V. POPRUGA, L. A. SHEYNICH, M. G. MYKOLAYETS (NIISK, Kiev)

CONSTRUCTION OF ROAD FLYOVER (OVERPASS) OF THE TERMINAL COMPLEX «D» OF DMA «BORYSPIL», KYIV

The paper considers the construction technology of road flyover (overpass) of the terminal complex «D» of DMA «Boryspil». Presents a brief description of the technological requirements for construction. The technology of production of different jobs: from installation of the formwork to the concreting and care for the concrete. Also describes the process of selection the compositions of heavy concrete.

Keywords: building, technology of building, jobs, heavy concrete