

среду, соответствующую современным требованиям общества.

Таким образом, можно сказать, что включение в застройку новых зданий, которые будут играть роль пространственных доминант и являться центрами притяжения различных функций, может обеспечить материальную сторону реконструкции, привлекая инвесторов, заинтересованных в долгосрочных перспективах. А проведение комплексной реконструкции застройки и благоустройства сложившейся промышленной территории позволит поднять архитектурный и потребительский уровень городской среды и обеспечить её развитие.

Заключение. Для функционального и пространственного развития промышленных территорий в городах Беларуси при их реконструкции представляется целесообразным обратиться к практике включения новых престижных объектов в существующую застройку. Представляется, что новые объекты должны быть образцами современной архитектуры, конструкций, инженерного обеспечения зданий, демонстрировать достижения нашей страны в области проектирования и строительства. Они должны органично включаться в существующую исторически сложившуюся архитектурную среду города на основе композиционных приемов, выбранных с учетом архитектурных особенностей и пространственных параметров окружающей застройки, её исторической и культурной ценности. Появление таких объектов на неэффективно используемых промышленных террито-

риях позволит привлечь к ним инвесторов и пользователей, дать на перспективу им новые возможности функционального и пространственного развития.

Размещение на неэффективно используемых в настоящее время промышленных территориях новых зданий целесообразно сопровождать проведением комплексной реконструкции всей застройки, чтобы обеспечить формирование целостного архитектурного пространства города. При проведении реконструктивных мероприятий важно обратить внимание на качество благоустройства территории, так как его отсутствие значительно снижает престижность архитектурной среды города.

**SPECIFICS OF NEW BUILDINGS
ARCHITECTURE IN THE CONTEXT OF
INDUSTRIAL TERRITORIES TRANSFORMATION
Sysoyeva O.**

Belarusian National Technical University

The paper describes the specifics of architecture of those new buildings which are put into ineffective industrial districts. Methods and tools are given to enforce future development and industrial transformation using potential of new architecture and ensuring preservation of valuable historical heritage in the urban space.

Литература

1. Бандарин Ф., Ван Оерс Р. Исторический городской ландшафт: Управления наследия в эпоху урбанизма. – Казань: Издательство «Отечество», 2013. – С.10-15
2. Новый старый Пэбдингтон. Комплексная реконструкция района Пэбдингтон, Лондон // Building ARX –2010. - №8
3. Чардымова Д., Сысоева О. Средства гармонизации новой застройки и её элементов в сложившейся среде [Электронный ресурс]. - 2017.

Поступила в редакцию 15.01.2018 г.

УДК 624.01+721.11

**ГИБКОСТЬ АРХИТЕКТУРНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ
 КОНСТРУКЦИЙ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА**

Пинчук С.Г.

доцент, кафедра «Архитектура производственных объектов и архитектурные конструкции»
Белорусский национальный технический университет

Проведен анализ типов, видов и параметров несущих и ограждающих конструкций одной из наиболее востребованной и актуальной системы

возведения зданий из европейского предварительно – напряжённого сборного бетона. Новый уровень технологии изготовления продукции создаёт

предпосылки разнообразия и свободу выбора как объёмно – пространственного формирования зданий, так и дизайна фасадных решений вплоть до сложных геометрических акцентов, обеспечения пластики и цветовой гаммы поверхностей архитектурного бетона.

Введение. Архитектурное формирование рациональных, экономичных и энергоэффективных объёмно – пространственных и планировочных решений зданий сегодня во многом определяют соответствующие им прогрессивные конструктивные системы на основе высоких современных технологий их производства и возведения, которые в конечном итоге играют решающую роль архитектурного облика, привлекательности и художественной выразительности и часто становятся инструментом зарождения имиджа возводимого объекта.

Основная часть. Отдавая предпочтение применению в одноэтажных и многоэтажных жилых, общественных и производственных зданиях таких инновационных конструктивных систем как сталежелезобетонные конструкции, высокотехнологичные железобетонные конструкции перекрытий монолитного исполнения с напряжением арматуры в построечных условиях и также высокого качества изготовления европейские системы предварительно напряжённых сборных железобетонных безсварного (болтового) соединения элементов каркаса, (включая комбинированные решения, например, композитные дельта – балки, стальные фермы), архитектор способен применить объёмно – планировочные решения с расширенными возможностями для воплощения своих самых амбициозных идей с одновременным предоставлением простора творчества инженерам – конструкторам.

В Беларуси и Минске появился ряд объектов, выполненных из сборных железобетонных изделий производства завода «Бетоника» (г. Каунас, Литва): торговые центры «Замок» с многоуровневой автостоянкой по пр. Победителей 65, «Скала» по ул. Притыцкого, торговоразвлекательный центр на пересечении

улиц Притыцкого и Кунцевщина (по Раковскому шоссе) GreenCity, стадион БАТЭ в г. Борисове, реконструкция пивоваренного завода «Лидское пиво» в г. Лиде, комплекс многоквартирных жилых домов «Скандинавия» по ул. Курганной в г. Минске. В ТЦ «Замок» впервые у нас в стране применялись стеновые панели с изгибом в плане, которые тонко и профессионально подчёркивают дизайн абсолютно круглой (а не сегментной), циркулярной плоскости стены комплекса (архитектор Козырев О.О.). ЗАО «Бетоника» у себя в стране получило премию за креативность стеновых панелей «Замка».

Завершено строительство фирмой «RENAISSANCE» многоярусного гараж-стоянки с сеткой колонн 16,95 x 5,06 м в составе многофункционального торгово – развлекательного комплекса по проспекту Победителей в г. Минске с применением железобетонных конструкций перекрытий монолитного исполнения с напряжением арматуры в построечных условиях. Автором статьи по заказу фирмы была разработана концепция архитектурно-конструктивного решения перекрытия гараж-стоянки, отвечающая амбициозным требованиям архитекторов максимально открыть функциональное и визуальное безопорное пространство для водителей в процессе их маневрирования при парковке автомобилей. По основному варианту концепции в Минске должен был появиться первый паркинг в системе сталежелезобетонных конструкций с достижением основного требования заказчика – минимальной высоты композитного перекрытия пролётом фактически 17 м. В Швеции в 2016 г была присуждена премия шведской группе Strängbetong международного концерна CONSOLIS за подземный паркинг в г. Стокгольме с 17-метровым пролётом, где проектировщики добились тех же результатов, правда, со сборными конструкциями.

Не умоляя достоинств каждого из перечисленных прогрессивных систем возведения зданий, рассмотрим одну из них,

а именно - европейскую систему предварительно изготовленных в заводских условиях элементов сборного железобетона.

Международный концерн CONSOLIS, крупнейший производитель сборных железобетонных конструкций в Европе, является европейским лидером в области железобетонных конструкций. Сфера деятельности концерна включает в себя создание наиболее оптимальных решений по сборному железобетону от концепции и проектирования до монтажа изделий на стройплощадке. В него входит более 130 заводов в более 30 странах мира. Управляемый концерном центр исследований и технологий в Финляндии разрабатывает и испытывает инновационные технологии, создающие чистое, энергетически эффективное и надёжное пространство.

Примеры реализованных объектов демонстрируют неограниченные возможности сборного железобетона и использование его преимуществ по сравнению с традиционными методами строительства: вариабельность подбора конструктивного решения под любую архитектурную концепцию; преднапряженные большепролетные конструкции – основа каркаса – оптимальны для реализации планировочных решений, требующих больших внутренних пространств свободной планировки без промежуточных опор; неограниченные дизайнерские (эстетические) возможности архитектурного бетона: – Reskli рельефные поверхности, графические изображения, вскрытая фактура, облицовка плиткой и натуральным камнем; одним из основных аргументов в пользу данной технологии – высокая скорость монтажа каркаса (строительство ведётся круглогодично, при любых погодных условиях, в том числе в зимнее время при температуре до -20°C), позволяющая сократить срок строительства, быстрее ввести здание в эксплуатацию и снизить срок окупаемости проекта; высокая прочность, конструктивная надёжность, точность геометрии элементов, высокое качество поверхности изделий и другие параметры, которые могут быть обеспечены только

при изготовлении изделий в заводских условиях, к примеру, обеспечение постоянного контроля качества; высокая огнестойкость; способность бетона аккумулировать тепло и возможность перепланировки пространства экономят эксплуатационные расходы.

Технологии строительства из сборного железобетона в последние годы шагнула далеко вперед, сборный железобетон приобрел новую жизнь. Применяются такие инновационные технологии и продукты, как ультрапрочный фибробетон, прозрачный и графический бетон, большинство из которых могут быть реализованы только в заводских условиях. Спрос на сборный железобетон растёт с каждым годом, например, в странах Скандинавии по технологии сборного железобетона строится более 65% зданий [1]. Подразделения концерна CONSOLIS успешно работают: в России – ЗАО «Парастек Бетон» – с начала 1990 гг, в Украине – «3betony» – с 2009 г. Второй литовский завод ЗАО ВЕТОНІКА запущен в 2007 г. Минская компания – ООО «Современные бетонные конструкции» («СБК») – стала первопроходцем в Беларуси в производстве железобетонных изделий европейского уровня с 2016 г.

Несущие железобетонные системы плоских конструкций покрытия концерна CONSOLIS одноэтажных, малоэтажных и многоэтажных зданий как гражданских, так и промышленных представлены в виде предварительно напряжённых двускатных двутавровых SI – балок переменного сечения, двутавровых I – балок постоянного сечения и R – балок прямоугольного сечения. Последние две из перечисленных выше I и R – балки универсальны и одновременно применяются также как перекрытия в каркасе зданий. Балки типов SI и I используются для перекрытия больших пролетов. SI – балки с уклоном верхней грани 1:16 (6,3%) перекрывают пролёт до 32 м с высотой сечения стандартных профилей 0,9 – 1,95 м (и более), шириной 0,5 м. I – балки перекрывают пролёт до 27 м с высотой сече-

ния стандартных профилей 0,9 – 1,8 м, шириной 0,5 м. R – балки, применяемые для умеренных – до 20 м пролётов, имеют высоту сечения стандартных профилей 0,4 – 1 м, ширину 0,3 – 0,6 м (рис. 1).

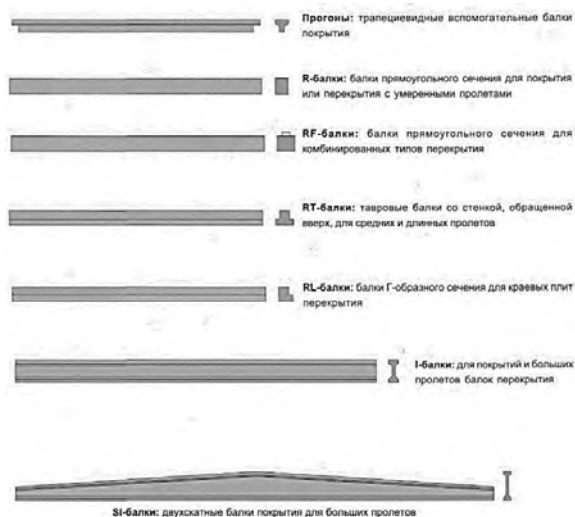


Рис. 1. Типы преднапряжённых балок для различных назначений

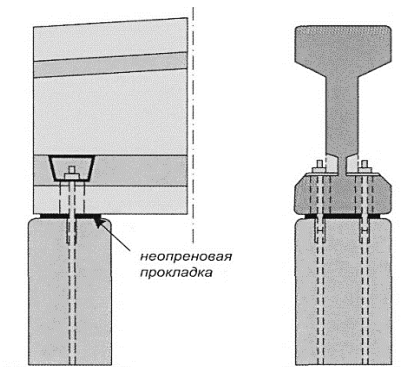


Рис. 2. Болтовые соединения SI – балки с колонной

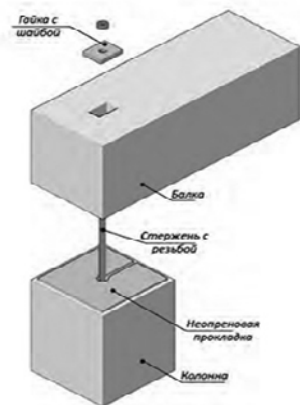


Рис. 3. Принцип крепления R – балки к колонне

В систему несущих ограждающих конструкций покрытия могут входить многопустотные плиты, плиты ТТ длиной практически до 18 – 20 м и предварительно напряжённые железобетонные прогоны максимальной длиной от 12 до 16 м с кровельным лёгким покрытием типа стального профилированного настила (обычно используются в промышленных зданиях).

Такая система несущих и ограждающих конструкций покрытия и создают условия для проектирования и строительства зданий любого назначения с гибкими, переменными и укрупнёнными сетками колонн и большими открытыми пространствами. Балки крепятся к колоннам болтовыми соединениями (рис. 2, 3). Болты могут быть выпущены из оголовков колонн или консольных выступов. Прогон крепится к несущим конструкциям покрытия с помощью выпусков арматуры с последующим замоноличиванием бетоном узла стыка.

Объёмные в поперечном сечении плиты ТТ применяются для перекрытий и покрытий зданий. Плиты этого типа используются для больших пролётов и повышенных нагрузках, производятся шириной 2,4 м (возможно 3,0 м), высотой до 0,9 м.

Двускатные плиты покрытий STT используются в перекрытиях пространства крыши. При помощи этих конструкций образуется двускатная поверхность крыши. Максимальная длина элемента – 27,6 м, ширина – 2,4 м, высота плиты в верхней точке конька крыши всегда постоянна – 0,745 м, а высота наименьшей кромки меняется в зависимости от длины изделия. Полки – кессонные с целью уменьшения веса [2].

На основе этой плиты формируется широко распространённая система **Bashallen**, которую составляют два модульных компонента: двускатная плита покрытия шириной 2,4 м типа STT пролётом до 26,5 м и внешний несущий элемент стены с эффектными закруглёнными

углами и карнизами с теплоизоляцией и готовой отделкой фасада.

Г – образные балки перекрытий RL и тавровые балки RT с фиксированной глубиной полок – 200 мм, с высотой полков меняющихся каждые 50 мм. Высота сечения стандартных профилей 0,4 – 0,6 м, ширина (с полками) 0,7 – 0,86 м, толщина 0,3 – 0,46 м. Для напряженного армирования используются стальные канаты. Прочность балок зависит непосредственно от числа канатов и их расположения в балке.

Комплексные R – балки с дополнительными арматурными стержнями (RF – балки) используются для уменьшения прогибов перекрытия, повышения жесткости и устойчивости перекрытий к воздействию поперечных сил, с учетом их совместной работы с элементами перекрытия. Высота перекрытия значительно сокращается. Совместная работа балки и панели перекрытия оценивается длиной зоны сжатия. Балки к колоннам крепятся болтами или стержнями с резьбой.

Скрытые консольные выступы используются редко, однако экономят пространство, снижая общую высоту здания.

Экономичный тип перекрытия – балки с низкими полками (RTL, RLL) со стандартной высотой полков – 80 мм. Обычно высота балки равна сумме высот плиты перекрытия и полки. Наиболее экономичное решение состоит в изготовлении длинных многопролётных балок с минимальным количеством соединений. При использовании многоопорных цельных балок с низкими полками колонны проектируются на один этаж. Нижняя колонна соединяется с верхней анкерными болтами или стержнями [3].

Композитная система перекрытий небольшой толщины на основе композитных балок **DELTABEAM** для многоэтажных зданий, применяется в сочетании со всеми типами бетонных плит. **Deltabeam** – это полая железобетонная композиционная балка, выполненная из сваренных стальных пластин с отверстиями по бокам, она полностью заполня-

ется бетоном на стройплощадке и работает как композиционная балка совместно с плитами перекрытий (включая несъемную опалубку). Наиболее экономичное использование для коротких пролетов, а многопустотных плит в направлении длинных пролетов. Может также работать, как однопролетная балка или, как консоль. Высота от 185 – 500 мм, максимальная длина 12,9 – 13,4 м в зависимости от расчетных данных и используемого металла, ширина 400 – 860 мм. Высота полки Дельта – балки может быть изменена для опоры меньшего по высоте перекрытия. Используется бетон класса – C25/30. Наполнение и заделка швов должно осуществляться за один раз. Преимущества: ровная потолочная поверхность с возможностью гибкой планировки помещений, благодаря малой толщине консоли существенно уменьшается общая высота здания.

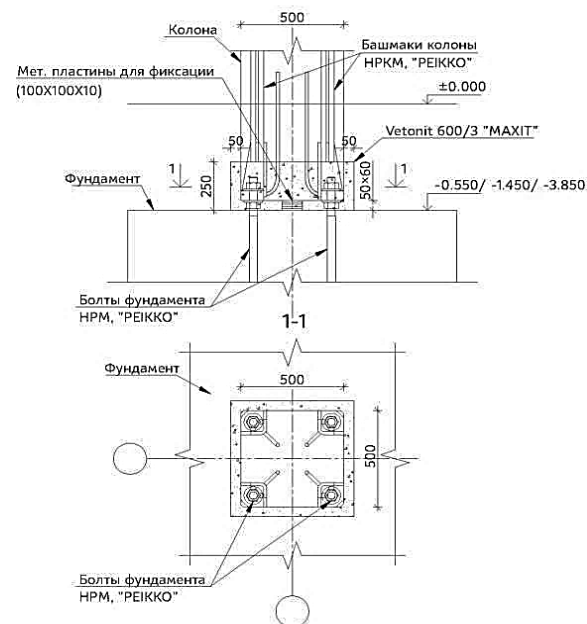


Рис. 4. Примыкание прямоугольной колонны к ростверку фундамента ТЦ «Замок», г. Минск

Колонны прямоугольного сечения с опорами несущих конструкций на консоли, оголовки колонн можно изготовить высотой в один этаж или цельные высотой до 24 метров. Минимальный размер сечения колонн 300 x 300 мм. Применяют

короткие железобетонные консоли, которые могут быть целиком открытые либо частично. Первый способ более простой и экономичный, но применяется и второй, если требуется экономия пространства. Неопреновые прокладки устанавливаются для обеспечения свободного изгиба опертой на консоль балки, а также эффективной работе её армирования. Сборные колонны крепятся к фундаменту с помощью выпусков арматуры, анкерных болтов и стаканов (рис. 4). При скрытых консольных выступах колонна соединяется с балками через установленные в гнездах колонны металлические закладные детали.

Многopустотные железобетонные предварительно напряженные плиты перекрытия длиной до 18 – 20 м и высотой сечения до 500 мм, производимые методом непрерывной формовки, широко применяются для строительства каркасных и бескаркасных зданий (рис. 5). Плиты разрезаются на элементы требуемой длины. Стандартный торец плиты перпендикулярен ее поверхности, можно изготовить торец плиты с необходимым углом (не менее 30°) для зданий с планами различной геометрии. Плиты всех типов изготавливаются шириной 1200 мм (включая продольный шов). Несущая способность плит зависит от высоты сечения, типа напряженной арматуры и длины пролета. Грани плит профилированы с целью обеспечения равномерной передачи горизонтального и вертикального сдвига между сопряженными элементами конструкции. Многopустотные плиты проектируются с шарнирной опорой, чтобы избежать отрицательных моментов изгиба, поэтому длина опоры не должна превышать оптимальной длины. Длина опоры плит равная 70 мм, 100 мм и 120 мм зависит от конструкции основания, на которое они опираются. Для равномерного распределения нагрузки многopустотные плиты перекрытия должны опираться на несущие конструкции через слой цементного раствора или неопреновую полосу. После укладки арматуры в отверстия и продольные швы они заполняются

тяжелым бетоном класса С30/37. Рекомендуется применять бетон с противосадочными добавками.

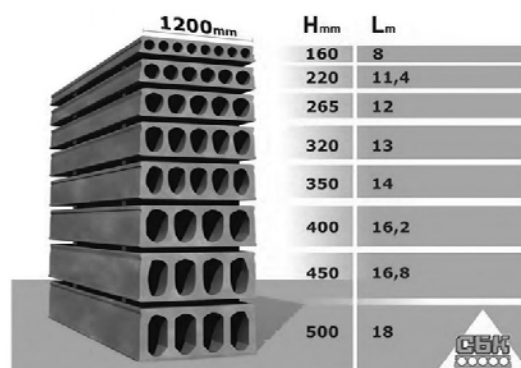


Рис. 5. Сечения и максимальные длины многopустотных плит перекрытия

Используя преимущества технологии изготовления плит с пустотами группы концернa видов, типов и основных характеристик несущих и ограждающих конструкций успешно применяют в возводимых ими энергоэффективных сооружениях систему **TermoDeck** – низкотемпературную систему распределения тепла, охлаждения и вентиляции в здании через каналы в пустотах многopустотных плит перекрытия.

Гибкость выбора дизайна фасадных решений основана на разнообразных типах стеновых панелей: однослойных, двухслойных и трёхслойных. Вариативность архитектурных и дизайнерских решений однослойных стеновых панелей практически не ограничена. Максимальная рекомендуемая высота – до 3,8 м, максимальная длина / ширина изделия – до 12 м, но рациональнее проектировать до 6 м.

Элементы однослойных железобетонных стен могут быть несущими, самонесущими и облицовочными (ненесущими). Чаще всего они используются для наружных стен зданий, тепловая защита и отделка которых выполняется на объекте, а также для наружных навесных стен. Однослойные стены несущие нагрузки и ненагруженные – ограждающие, чаще всего толщиной 100 – 300 мм (максимально 500 мм) из бетона класса С25/30. Навесные

однослойные стены чаще всего бывает толщиной 70 – 100 мм, из бетона класса прочности С30/37.

Трехслойные стеновые панели с несущим, изоляционным и отделочным слоями используются для наружных ограждений зданий. Максимальная толщина – 500 мм.

Чаще всего слои проектируются толщиной: 150 – 200 мм внутренний, 200 – 300 мм изоляционный и 70 – 100 мм отделочный слой. Бетон класса С30/37 (рис. 6). ЗАО «Бетоника», к примеру, представляет заказчику трехслойные стеновые панели с термическим сопротивлением до 8,5 м² К/Вт.

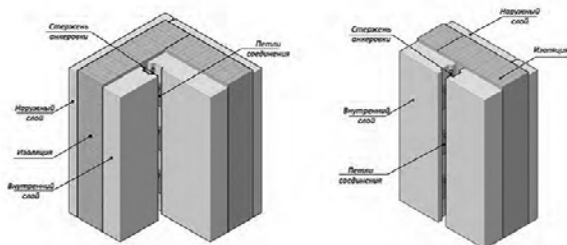


Рис. 6. Перекрытие изоляционного слоя без «мостиков холода» в стеновых панелях

Двухслойные стеновые панели состоят из двух слоев: внутреннего (несущего нагрузки) и изоляционного. Отделка производится на стройплощадке и в результате – быстрый монтаж, качественный и точный бесшовный фасад здания.

Стеновые панели к основанию и между собой крепятся через оставленные ниши или специальными деталями. Для крепления стеновых панелей между собой (вертикальный шов) используются тросовые петли, через которые продевается арматурный стержень Ø12 –16 мм и шов замоноличивается.

Группы компаний концерна CONSOLIS в постоянном поиске гибкости формообразования пространства и дизайна фасадов на основе материалов и изделий высоких технологий (цветная вкладка) [4, 5].

Заключение. На основании анализа официальных технических данных видов,

типов и характеристик несущих и ограждающих конструкций групп международного концерна CONSOLIS, а также реализованных за последнее время и строящихся (г. Стокгольм, Швеция) объектов в Минске, Беларуси, Скандинавии и Франции можно сделать вывод, что в белорусской практике проектирования появились широкие возможности гибкости объёмно – пространственных и планировочных решений зданий любого назначения и свободы поиска дизайна фасадов на основе высочайшей технологической точности и ультра – прочности.

Положения статьи особенно актуальны в связи с появлением и в нашей стране производства сборного европейского железобетона и переходом на европейские нормы проектирования зданий.

Литература

1. Технический справочник и руководство по продукции концерна «Consolis» – 2010 г. – 65 с.
2. Технический справочник ЗАО «БЕТОНИКА» концерна «Consolis» – 2014 г. – 67 с.
3. Технический справочник и руководство по продукции ООО «Современные бетонные конструкции» – Минск 2016 г. – 71 с.
4. *Statoil building in Oslo* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www. Oslo_StatoilBuilding_UnderConstruction.OsloStatoilBuilding](http://www.Oslo_StatoilBuilding_UnderConstruction.OsloStatoilBuilding) – Дата доступа: 27.12.2017.
5. *Juvelen töljer gränserna för hur en fasad kan se ut* [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.strangbetong.se/aktuellt/en-juvel/> - Дата доступа: 05.01.2018.

FLEXIBILITY OF ARCHITECTURAL FORMING OF BUILDINGS WITH PRECAST CONCRETE CONSTRUCTION

Pinchuk S.

Belarusian National Technical University

This article about flexibility of architectural forming of buildings with innovation European precast concrete building.

CONSOLIS is a leading European industrial group specialized in the design and manufacture of high-performance precast concrete products.

Поступила в редакцию 16.01.2018 г.