

ПРИРОДООХРАННЫЕ ПОДХОДЫ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И ВОЗВЕДЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТОНКОСТЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОБОЛОЧЕК

*Дорофеев В.С., д.т.н., профессор, Коломийчук Г.П., к.т.н., доцент
Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Украина*

Современные сложные эколого-экономические проблемы требуют пересмотра традиционных подходов в проектировании и возведении производственных зданий и их взаимосвязь с окружающей средой.

Выход из этих противоречий – формирование территориально-производственных комплексов (ТПК), состоящих из взаимно совместимых и взаимодополняющих предприятий, в совокупности работающих по малоотходной или безотходной технологии [1]. В таких ТПК отходы головного производства служат исходным сырьем для последующего (до полного или максимально возможного использования исходного сырьевого ресурса), а их производственная структура – общая. Наряду с технико-экономической эффективностью эксплуатации ТПК проявляется и их экологическая эффективность, прежде всего выражающаяся в использовании отходов производств, целесообразном использовании земельных ресурсов, комплексной очистке и утилизации вредных выбросов на общих очистных сооружениях.

Экологическую эффективность ТПК может существенно повысить правильное экологическое зонирование – взаимное размещение производств с вредными выбросами. Представляется правильным концентрация производств с вредными выбросами преимущественно в центре производственных территорий с соответствующей экологической инфраструктурой, а человекоемкие производства – на наименее загрязненных участках территории по периметру участка.

Таким образом, экологическая чистота производств должна нарастать от центра к периферии занимаемой территории. Главный принцип экологического зонирования заключается в том, что промышленные и агропромышленные предприятия контактируют с окружающим ландшафтом только через относительно чистые свои зоны.

Существенный компонент экологического зонирования производственной застройки – озеленение территории. При существующем подборе ассортимента деревьев и кустарников на площади 25...30 % территории можно до минимума нейтрализовать пыль и токсичные отходы.

Экологическое состояние производственных комплексов, уменьшение их негативного влияния на окружающую среду связано со структурой застройки, ее пространственно-композиционным взаимосочетанием с ландшафтом, с благоприятным аэрационным режимом и микроклиматом территории. Из всех возможных планировочных структур в наибольшей мере этим требованиям отвечают модульные гибкие планировочные структуры, представляющие собой законченные комплексы основных и вспомогательных зданий, а также объектов инфраструктуры, из которых можно образовывать производственные предприятия различной мощности.

Модули дают возможность использовать под застройку территории со сложным рельефом, размещая их на различных отметках, варьируя объемами застройки, находя их оптимальные размеры из условий благоприятного воздействия на природную среду и человека.

Большие резервы территорий, отводимых под застройку, и улучшение экологической ситуации можно получить при более активном переходе на использование нетрадиционных направлений строительства.

Одним из нетрадиционных направлений производственной застройки для Украины является развитие научных исследований, проектирования и экспериментального строительства объектов, расположенных в подземном пространстве [2, 3, 4, 5, 6].

Использование подземного пространства позволяет:

- сохранить природную окружающую среду;
- экономить энергию при эксплуатации зданий;
- использовать неудобные для наземной застройки территории;
- реконструировать старые предприятия с возведением новых объемов;
- защитить население в особый период.

Строительство подземных модульных зданий неглубокого заложения с минимальными затратами материалов – важная задача. Одним из путей ее решения является широкое внедрение тонкостенных пространственных оболочек, позволяющих наиболее полно использовать конструктивные свойства железобетона.

Тонкостенные железобетонные оболочки используются в качестве компоновочных частей (модулей) [7, 8, 9] производственных зданий с добавлением коммуникационных помещений. Разработан каталог архитектурно-конструктивных элементов-модулей [2, 7] подземных оболочек, прямоугольных и круглых в плане. В нем предусмотрены варианты объектов неглубокого заложения, а также наземно-подземного расположения.

Главной причиной, сдерживающей применение пространственных тонкостенных железобетонных оболочек в строительстве, является диспропорция между оптимальностью тонкостенных конструкций и несовершенствами методов их возведения, базирующихся преимущественно на опыте строительства плоских систем.

Для строительства подземных производственных зданий неглубокого заложения предлагается использовать в качестве опалубки пневмонапряженные надувные системы из мягких синтетических тканей с покрытиями [10-13, 14, 15, 16].

Применение пневмоопалубки позволяет улучшить качество бетонируемых поверхностей, снизить затраты и последующую доводку конструкций, возводить пространственные железобетонные оболочки оптимальной геометрической формы, рассредоточить строительство и слаборазвитую базу строительных организаций, улучшить транспортабельность и сроки распалубки.

Одной из крупных фирм, специализирующихся на возведении монолитных куполов в пневматической опалубке является фирма «HP Domes Inc.», г. Питтсбург, США [17]. Ею возведено более 100 монолитных куполов такого типа.

Диаметр возведенных куполов находится в пределах от 17 до 61 м. Разработаны проекты куполов до 100 м. Толщина оболочки обычно составляет 7,5...10,5 см, в зависимости от диаметра. Оболочку устанавливают на кольцевую железобетонную цокольную стену высотой 1,2 м, воспринимающую распор покрытия.

Купол армируется: меридианальными напрягаемыми стальными канатами, заанкеренными в железобетонную стену; кольцевыми напрягаемыми канатами, усиливающими нижнюю зону купола; стальной сварной сеткой по всей поверхности оболочки.

Применительно к европейским условиям строительной площадки стоимость купольных сооружений составляет от 17 до 22 долл./м³.

В г. Тингли (Великобритания) [18] возведен монолитный железобетонный купол по способу Бини с помощью пневмоопалубки. Диаметр купола 32 м, стрела подъема 10 м, толщина оболочки 10 см. Стоимость возведения данного купола составила 50 фунтов стерлингов на 1 м² площади пола.

Начиная с 1966 г. различные фирмы США разрабатывают конструкции монолитных железобетонных куполов с наружным теплоизоляционным слоем, возводимых с применением пневмоопалубки [19]. Купольные сооружения предназначены для хранения сыпучих материалов, укрытия резервуаров для хранения воды, устройства холодильных камер. По мнению специалистов, возможно строительство сооружений диаметром от 150

до 300 м. Формы сооружений в плане, как правило, круглая либо эллиптическая, а законченное сооружение имеет форму полусферы или эллипсоида, однако по желанию заказчика может быть запроектировано сооружение произвольной формы.

Наиболее эффективно использование метода бетонирования куполов с применением пневмоопалубки при строительстве сооружений, частично заглубленных в грунт.

В СССР первый монолитный купол диаметром 21 м возведен при помощи пневмоопалубки в 1989 г. [12]. Купольная пневмоопалубка запроектирована и изготовлена из прорезиненной ткани. Масса пневмоопалубки – 1400 кг, расчетная оборачиваемость – 40 раз.

Оболочку армировали готовыми панелями-лепестками. В качестве рабочей арматуры служила сварная сетка № 100/100/4/4 из холоднотянутой проволоки Вр-1 по ГОСТ 23279-85. У основания купола на высоту до 3,3 м укладывали две сетки. Сварные сетки отделяли друг от друга арматурными стержнями Ø 8 А240С, уложенными в кольцевом направлении с шагом 300 мм.

Тонкостенный монолитный железобетонный купол (толщина оболочки 45 мм) имеет технико-экономические показатели: площадь пола – 346 м²; трудозатраты на 1 м² площади пола – 1,26 чел.-дн.; расход бетона на 1 м² площади пола – 0,08 м³, стали – 6,3 кг; стоимость на 1 м² площади пола – 23,70 руб.

В сентябре 1976 г. в Ленинграде с помощью пневмоопалубки была возведена секция утепленного ребристого свода пролетом 12 м, длиной 18 м и высотой в замке 6,1 м [20]. Свод опирался на вертикальные стены высотой 2,03 м. Толщина плиты свода – 30 мм, высота поперечных ребер – 350 мм, ширина ребер – 120 мм, расстояние между поперечными ребрами – 3 м. Конструкция свода, включая облицовку, паро-, теплоизоляцию и армированную бетонную смесь, была поднята в проектное положение за 45 минут. Железобетонная оболочка выдерживалась на пневмоопалубке при прогреве горячим воздухом температурой 60 °С в течение 59 ч. Расход материалов на 1 м² оболочки составил: бетона – 0,053 м³, стали – 8,3 кг.

Для возведения монолитных волнистых сводов используется пневмоопалубка АПВ-12 [10] со следующими характеристиками: габариты – 12 x 36 x 6 м; масса – 450 кг; ширина поперечной волны – 3 м; стрела подъема волны – 0,75 м; размер «пятна» бетонирования – 12 x 24 м; расчетная оборачиваемость – 20 раз.

Возведение волнистых сводов из армоцемента на пневмоопалубке позволяет существенно снизить основные технико-экономические показатели на 1 м² плана: стоимость возведения – 9,38 руб.; трудоемкость возведения – 1,55 чел.-дн.; приведенная толщина бетона – 4,00 см; расход стали – 10,69 кг.

Выводы

1. Проектирование и возведение современных промышленных и агропромышленных комплексов следует вести с учетом возросших эколого-экономических требований, предъявляемых по охране окружающей среды.
2. Предложены конструктивные элементы-модули из тонкостенных железобетонных оболочек, из которых формируются объекты производственных зданий.
3. Возведение зданий целесообразно выполнять с применением пневматической опалубки многократного использования.
4. Использование подземного пространства, в качестве объемов производственных объектов, может быть эффективным экономически и иметь меньшее влияние на экологию окружающей территории.

SUMMARY

The design and construction must be done without disturbance of the existing ecosystems. There were done approaches on ecological aspect to expedient usage of the land resources under the plants. There were represented the effective structures of the thin reinforced concrete shells for rapid construction.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булгаков С.Н. Производственные здания нового поколения (экологически чистые природо-промышленные системы). – М.: Знание, 1990. – 64 с.
2. Гликман М.Т., Коломийчук Г.П., Мареев Бассил. Архитектурно-конструктивные элементы подземных зданий, бетонируемых на пневмоопалубке с применением полимеров и ДПК // Тезисы докладов IV Украинской научно-технической конференции «Применение пластмасс в строительстве и городском хозяйстве», Харьков: ХГАГХ, 1996. – С. 74-75.
3. Коломийчук Г.П., Варич А.С., Дегтярева О.А. Особенности расчета железобетонных покрытий подземных зданий // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Динаміка та міцність машин, будівель, споруд», Полтава: ПНТУ, 2009.
4. Петренко Е.В., Беляев А.Г., Николаева В.И. Объемно-планировочные решения подземных объектов // Промышленное и гражданское строительство, 1992. - № 9. – С. 4-6.
5. Пустовойтенко В.П. Геотехнічне забезпечення підземного будівництва в Україні. – К.: Наукова думка, 1999. – 264 с.
6. Ивахнюк В.А., Кочереженко В.В. Развитие подземной урбанистики как средства экологической реконструкции городов России (на примере строительства подземных гаражей, складских и торговых помещений) // Известия вузов. Строительство, 1996. - № 10. – С. 126-130.
7. Шишкин М.И., Коломийчук Г.П., Полонская Т.К. Новые типы сборных модульных оболочек. – Одесса: ОЦНТИ, 1993. – 4 с.
8. Шугаев В.В. Пространственные конструкции из элементов, формируемых на плоскости с последующим погибом // Исследование железобетонных тонкостенных пространственных конструкций. – М.: НИИЖБ, 1991. – С. 5-37.
9. Осьмінін М.Й., Коломийчук Г.П., Буренін О.І. Оболонки і куполи. – К.: УМК ВО, 1992. – 120 с.
10. Арзуманов А.С. Возведение конструкций с применением пневмоопалубки: теория и технология. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1990. -152 с.
11. Петраков Б.И. Возведение конструкций с помощью пневмоопалубок в районах Севера. – Л.: Стройиздат, 1984. – 220 с.
12. Петраков Б.И., Искандеров И.Н., Селиванов В.П., Никитин А.С. Возведение тонкостенного монолитного купола с помощью пневмоопалубки // Бетон и железобетон, 1990. - № 9. – С. 12-13.
13. Цейтлин А.А. Большепролетные монолитные своды, возводимые в пневмоопалубке // Бетон и железобетон, 1993. - № 5. –С. 14-15.
14. Karbhari V.M., Nicholls R.L. Air-inflated concrete shell construction – a critical review // Indian Concrete Journal.- 1990. - Vol. 64. - № 4. - P. 179-185.
15. Арзуманов А.С. Теория и практика возведения пространственных конструкций с применением пневмоопалубки. Автореферат диссертации докт. техн. наук. – М.: МИСИ, 1991. – 32 с.
16. Арзуманов А.С., Берколайко М.З., Ткаченко А.Н. Пневматические опалубки и перспективы повышения эффективности их использования // Известия вузов. Строительство, 1996. - № 6. – С. 78-81.

17. Meyer B. Tragluftschalungen für Rundhallen aus Spritzbeton // Schweizer Baublatt. – 1987. - № 45. – S. 45-46.
18. Holst pumps up Britain's first Parashell. // New Civil Engineer. – 1975. - № 131. – P. 26-28.
19. Hurd M.K. Shotcrete and urethane layered inside inflated form // Concrete Construction. – 1988. – Vol. 33. - № 4. – P. 391-394.
20. Петраков Б.И., Агапов Н.Б., Мейлах И.А., Соо Г.В., Чуров Ю.В., Шпаков В.П. Возведение сводчатых зданий с использованием пневматической опалубки // Промышленное строительство, 1977. - № 4. – С. 35-37.