

ПБ
ПІС
2'2015

ПРОМИСЛОВЕ БУДІВНИЦТВО ТА ІНЖЕНЕРНІ СПОРУДИ



Засновнику і першому Президенту Академії будівництва України

**ЗЛОБІНУ
Геннадію Карповичу**

Шановний Геннадію Карповичу!



Від імені Президії Академії будівництва України, її дійсних членів та членів-кореспондентів, всієї будівельної науково-технічної спільноти прийміть щирі слова шани та поваги за Вашу багаторічну повсякденну діяльність, спрямовану на консолідацію у стінах нашої Академії інтелектуального потенціалу однодумців, метою якої є забезпечення високого технічного рівня вітчизняної будівельної галузі.

У перші роки незалежності України Ваш авторитет, організаторський талант державного діяча та багаторічний досвід інженера-будівельника став запорукою відтворення на базі традицій і інституційної пам'яті Академії будівництва і архітектури УРСР громадської організації нового типу – Академії будівництва України, до складу якої увійшли провідні вчені галузевої науки, вищих навчальних закладів, досвідчені проектувальники, інженери – практики будівельних організацій, підприємств будіндустрії та підприємств будівельних матеріалів.

За 22 роки Вашого керівництва Академією було створено 18 територіальних і 35 галузевих відділень, 9 проблемних наукових інститутів, започатковані академічні відзнаки та фахові видання, заснована Асоціація «Українське об'єднання проектних організацій». Загальна чисельність членів Академії складає більш як 1,5 тис. чоловік. На засіданнях президії Академії, конференціях, семінарах та нарадах під Вашим головуванням були розглянуті найбільш актуальні питання та надані конкретні пропозиції щодо покращання стану будівництва як фондоутворювальної галузі економіки нашої держави, що у підсумку дало змогу Академії стати на сьогодні найавторитетнішою науковою громадською організацією галузі.

Ваші особисті якості, такі як самовідданість у праці, професіоналізм, толерантність, доброзичливість у поєднанні з принциповістю і вимогливістю дозволили усі ці роки ефективно використовувати потенціал досвідчених фахівців будівельної справи та залучати до лав Академії представників нового покоління, які приймають сьогодні естафету з розбудови нашої держави та виведення її на новий рівень рівноправного партнерства з Європейською та світовою будівельною спільнотою.

Шановний Геннадію Карповичу! Ми вдячні, що Ви сьогодні поруч з нами працюєте у складі Академії, передаєте свій безцінний досвід новому керівництву, надихаєте будівельну спільноту на більш активну творчу діяльність у важливій справі науково-технічного розвитку будівництва.

Здоров'я Вам, довголіття та творчої наснаги!

Ваші колеги та однодумці:

Президент Академії будівництва України

Назаренко І.І.

Віце-президенти: Адріанов В.П., Беркута А.В., Захарченко П.В., Микитась М.В., Куликов П.М., Єфімчук В.В., Антонюк П.Д., Кривошеєв П.І., Пелих Ю.К., Покровський Л.Л., Тугай А.М., Проценко К.І.

**ДЕРЖАВНА КОРПОРАЦІЯ
«УКРМОНТАЖСПЕЦБУД»**

**ТОВ «УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ
ІМ. В.М. ШИМАНОВСЬКОГО»**

Свідоцтво про державну реєстрацію
КВ № 17750-6600 ПР від 07.04.2011 р.

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР
Адріанов В.П.

ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР
Лукашевич Т.І.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Абрашкевич Ю.Д., д.т.н., проф.
Беркута А.В., к.е.н.
Голоднов О.І., д.т.н., проф.
Гончаренко Д.Ф., д.т.н., проф.
Гордеев В.М., д.т.н., проф.
Гуляев В.І., д.т.н., проф.
Єгоров Є.А., д.т.н., проф.
Кваша В.Г., д.т.н., проф.
Корольов В.П., д.т.н., проф.
Лантух-Лященко А.І., д.т.н., проф.
Лобанов Л.М., академік НАНУ,
д.т.н., проф.
Муцанов В.П., д.т.н., проф.
Оглобля О.І., д.т.н., проф.
Пасечнюк В.Л.
Пічугін С.Ф., д.т.н., проф.
Стоянов В.В., д.т.н., проф.
Шимановський О.В., член-кор. НАНУ,
д.т.н., проф.

МІЖНАРОДНА РЕДАКЦІЙНА РАДА на 2014 — 2015 роки

Абель Д., д.т.н., проф. (США)
Агощ З., д.т.н., проф. (Словаччина)
Белоев М., к.т.н. (Болгарія)
Грінченко В.Т.,
академік НАНУ, д.т.н., проф. (Україна)
Зюлко Є., д.т.н., проф. (Польща)
Кавагучі М., д.т.н., проф. (Японія)
Каравайченко М.Г.,
д.т.н., проф. (Росія)
Като Ш., д.т.н., проф. (Японія)
Кжупка В., д.т.н., проф. (Чехія)
Кульбах В.,
академік НАНУ, д.т.н., проф. (Естонія)
Лан Т., д.т.н., проф. (Китай)
Назаров Ю.П., д.т.н., проф. (Росія)
Новак А., д.т.н., проф. (США)
Розерт Х., д.т.н., проф. (Німеччина)
Сидорович Є.М.,
д.т.н., проф. (Білорусь)
Спарлінг Б., д.т.н., проф. (Канада)
Трощенко В.Т.,
академік НАНУ, д.т.н., проф. (Україна)
Тулєбаєв К.Р., д.т.н. (Казахстан)
Шугаєв В.В., д.т.н., проф. (Росія)
Янквяк Р., д.т.н., проф. (Польща)



2'2015

Виходить 4 рази на рік

ПРОМИСЛОВЕ БУДІВНИЦТВО ТА ІНЖЕНЕРНІ СПОРУДИ

Заснований у листопаді 2007 року

ЗМІСТ

МЕТАЛОБУДІВНИЦТВО

С.П. Шпак

СТАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО – ПЕРСПЕКТИВЫ РОСТА 2

В.П. Адріанов, А.С. Білик

УЦСБ У СИСТЕМІ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ
ГАЛУЗІ МЕТАЛОБУДІВНИЦТВА. 6

А.С. Білик, М.А. Беляєв

ВІМ-МОДЕЛЮВАННЯ.
ОГЛЯД МОЖЛИВОСТЕЙ ТА ПЕРСПЕКТИВИ В УКРАЇНІ 9

А.С. Білик, С.І. Білик, Е.А. Ковалевська

ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРЕВАГИ ЄВРОПЕЙСЬКИХ НОРМ
У ГАЛУЗІ ПРОЕКТУВАННЯ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ 16

Л.Н. Вахитова, К.В. Калафат

ОСНОВЫ ОГНЕЗАЩИТЫ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ 23

Л.Н. Вахитова, К.В. Калафат

СИСТЕМЫ КОНСТРУКТИВНОЙ ОГНЕЗАЩИТЫ СТАЛИ 28

В.В. Пархоменко

БЕСПРОГОННЫЕ КРОВЕЛЬНЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ.
ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ, РЕШЕНИЯ
ДЛЯ ЗОН СНЕГОВОЙ АККУМУЛЯЦИИ 33

НОВІ КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

А.Е. Любин, Е.С. Иосилевич

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
ЦЕНТРАЛЬНОГО УЗЛА ДОМЕННОЙ ПЕЧИ ПРИ ЗАМЕНЕ КОЖУХА ШАХТЫ 38

Л.О. Кагановский

НОВЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ
СТРУКТУРНЫХ БАШЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ. 42

ЮВІЛЕЇНІ ДАТУ

ОГЛОБЛЯ ОЛЕКСАНДР ІВАНОВИЧ
(до 60-річчя від дня народження) 46

КОРОЛЬОВ ВОЛОДИМИР ПЕТРОВИЧ
(до 60-річчя від дня народження) 47

Постановою президії ВАК України від 18.11.2009 р. № 1-05/5 журнал внесено до переліку наукових фахових видань із технічних наук

СТАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО – ПЕРСПЕКТИВЫ РОСТА

Мировой опыт. Сталь является одним из важнейших видов сырья, сыгравших революционную роль в истории развития целых народов и экономик многих стран. Многообразие применения стали в различных сферах экономики, в первую очередь в строительном секторе, а также постоянный рост ее потребления способствовали тому, что уровень производства металлов в мире непрерывно рос и по данным World Steel Association в 2014 г. достиг 1637,0 млн т.



С.П. Шпак
исполнительный директор
Украинского Центра
Стального Строительства



* World Steel Association

Рейтинг стран по производству стали *, 2013 год		
Место	Страна	Млн. т
1	Китай	779
2	Япония	110,6
3	США	86,9
4	Индия	81,2
5	Россия	68,7
6	Южная Корея	66,1
7	Германия	42,6
8	Турция	34,7
9	Бразилия	34,2
10	Украина	32,8
11	Италия	24,1
12	Тайвань	22,3
13	Мексика	18,2
14	Франция	15,7
15	Иран	15,4

* World Steel Association

Сталь – универсальный конструкционный материал, позволяющий сокращать сроки строительства, значительно повышать функциональность и создавать неповторимые архитектур-

ные решения объектов недвижимости. Строительные решения с применением стали многие десятилетия демонстрируют свой потенциал с точки зрения эффективности, экономичности, эстетики, устойчивости и инноваций по всему миру. Применение стали в строительстве ознаменовало целые эпохи инфраструктурного развития ряда мировых мегаполисов, таких как Чикаго, Лондон и другие.

Украинские реалии. Украина занимает лидирующие позиции в мире по производству стали, однако в силу исторически сложившихся факторов – слабое развитие стального строительства в СССР и, как следствие, сильная школа и «привычка» к бетону – в строительной отрасли нашей страны долгое время доминирующей технологией при возведении объектов недвижимости оставались железобетонные конструкции.

Однако времена меняются, а рынки становятся все более открытыми и глобализированными. Все больше украинских инвесторов строительства понимают, что металлические конструкции позволяют быстро возводить функциональные и экономически успешные объекты, все чаще отечественные инженеры реализовывают самые невероятные архитектурные и конструктивные решения коммерческой, жилой и инфраструктурной недвижимости с применением стали.

Сегодня доля стали в несущих каркасах коммерческой недвижимости в Украине не превышает 25 %, в жилом сегменте этот показатель менее 1 %. Похожие цифры демонстрируют и наши ближайшие соседи – Россия, где количество зданий в стальном каркасе составляет порядка 13–20 %, в основном это объекты промышленного назначения. В это же время доля металлоконструкций в каркасах многоэтажных зданий Европы и США достигает 60 %, а иногда, как например в Великобритании, доходит до 70 %.

Для более активного применения металлоконструкций в строительной сфере Украины нужно преодолеть ряд барьеров, таких как отставание отечественной ветки нормирования отрасли от лучших мировых практик, необоснованно завышенные нормы огнестойкости строительных конструкций, слабая осведомленность заказчиков строительства о преимуществах стальных решений, а также миф о том, что «сталь дороже бетона».

Передовой центр технической и информационной поддержки. Опыт успешных в плане развития стального строительства стран показывает, что одним из ключевых драйверов отрасли являются профильные ассоциации. Таковыми институтами являются American Institute of Steel Construction в США, The Steel Construction Institute в Великобритании, Polska Izba Konstrukcji Stalowych в Польше, а также аналогичные организации во многих странах мира.

Объединить усилия по развитию отрасли металлостроительства Украины призвана отраслевая ассоциация Украинский Центр Стального Строительства (УЦСС), совмещающая в себе маркетинговую, инженерную и нормативно-техническую функции по продвижению стальных конструкций как предпочтительного материала строительства. Ассоциация была создана в 2013 г., а ее учредителями выступили Авдеевский завод металлических конструкций, БФ завод, Донецкий ПромстройНИИпроект, ГК ОСНОВА, Завод Мастер-Профи Украина, Метинвест Холдинг, Метинвест-СМЦ, Научно-исследовательское частное предприятие ВАРТИСТЬ, ПЕМ УКРАИНА, Руукки Украина, СТРОЙСИСТЕМА, Украинский институт стальных конструкций имени В.Н. Шимановского, УКРСТАЛЬКОНСТРУКЦИЯ. Сегодня участниками УЦСС являются 28 ведущих компаний, работающих на рынке стального строительства Украины. В рамках деятельности УЦСС на постоянной основе проводится работа в 4-х комитетах: *кровельные и фасадные конструкции, нормативно-техническая деятельность, огнезащита стальных конструкций, легкие стальные тонкостенные конструкции*, а также рабочей группой по развитию экспортного направления отечественных компаний – участников отрасли стального строительства.

С целью повышения экономической привлекательности стальных конструкций для за-

казчиков строительства, в рамках деятельности УЦСС ведется активная работа по снижению затрат по всей цепочке создания стоимости объекта недвижимости путем внедрения инноваций в сфере проектирования, производства, монтажа и огнезащиты стальных строительных конструкций.

В прошлом году в рамках реализации программы мероприятий УЦСС по снижению металлоемкости стального строительства компания Метинвест разработала и начала производство высокопрочных марок стали S460M/ML (класс прочности S440), которые обладают низким углеродным эквивалентом, улучшенной свариваемостью и формуемостью, что в результате позволяет заказчикам строительства снижать стоимость металлокаркаса зданий до 15 %.

Первыми шагами УЦСС по развитию украинского рынка ЛСТК стало освоение выпуска на производственных мощностях одного из отечественных металлургических предприятий оцинкованного проката марок S320GD и S350GD, который активно используется в строительной отрасли для изготовления профилей ЛСТК.

В рамках деятельности комитета по огнезащите УЦСС ведется активная работа, направленная на усовершенствование требований нормативно-технической документации в вопросах огнестойкости строительных конструкций и их огнезащиты, с учетом современных тенденций и передового европейского опыта.

Комитет по нормативно-технической деятельности УЦСС выступает площадкой по обсуждению наиболее актуальных изменений в отраслевых нормах и стандартах, а также взаимодействует с Министерством регионального развития, строительства и ЖКХ Украины в области внедрения передовых технологий в нормативно-законодательную базу строительной отрасли. Так в 2014 г. в рамках работы комитета были разработаны государственные строительные нормы (ДБН) на проектирование металлических конструкций, а также ДСТУ на производство и монтаж металлоконструкций, что позволило закрепить на законодательном уровне возможности применения экономически целесообразных инновационных технологий в области стального строительства.

УЦСС стремится наладить долгосрочные отношения с организациями и специалистами, работающими в сфере проектирования сталь-

ных конструкций, создает и постоянно совершенствует механизмы и инструменты, призванные облегчить работу украинских проектировщиков.

Основными сервисами УЦСС для украинских инженеров являются:

1. Линия технической поддержки

Команда архитекторов, инженеров-конструкторов и экспертов УЦСС оказывает бесплатные консультации по вопросам эффективного применения стали на любой стадии реализации проекта.

2. Центр консалтинга по огнезащите

Высококвалифицированные технические эксперты в области огнезащиты строительных конструкций оказывают бесплатные консультации и всестороннюю поддержку участникам строительного процесса (инвесторам, девелоперам, архитекторам, проектировщикам) по вопросам нормирования огнестойкости строительных конструкций и их огнезащите, а именно:

- Оптимизация затрат на огнезащиту металлоконструкций по существующему проекту проведения огнезащитных работ.
- Создание предпроектных решений огнезащиты с учетом передовых разработок в области эффективного огнестойкого проектирования.
- Грамотный выбор технологий и средств огнезащиты.
- Подбор подрядчиков на проведение огнезащитных работ и приобретение огнезащитных материалов.
- Организация и проведение испытаний строительных конструкций с огнезащитными системами.
- Поддержка в общении с контролирующими органами.
- Нормативно-правовая база в области огнезащиты стальных конструкций.

3. Обучение и семинары

УЦСС проводит регулярные обучающие семинары для архитекторов и проектировщиков по наиболее актуальным темам с привлечением лучших мировых экспертов в области стального строительства.

4. Технические публикации

УЦСС ведет активную издательскую деятельность, публикуя техническую информацию с целью информирования отечественных про-



Семинар Дэвида Брауна



Технические публикации УЦСС

ектировщиков и архитекторов о лучших мировых практиках в сфере проектирования, производства, монтажа и огнезащиты стальных конструкций, а также создания рабочих инструментов, облегчающих процесс выбора технологий и материалов в области стального строительства. На сегодня перечень выпущенной под эгидой УЦСС литературы, включает в себя следующие публикации:

- Огнезащита стальных конструкций.
- Стальные конструкции в архитектуре.
- Каталог средств огнезащиты стальных конструкций 2015.
- Сравнительный анализ стоимости многоэтажных коммерческих зданий.
- Расчет стальных конструкций зданий в соответствии с Еврокодом 3 и национальными приложениями Украины.
- Расчет огнестойкости стальных конструкций и проектирование огнезащиты в соответствии с Еврокодом 3 и национальными приложениями Украины.
- Расчет элементов из стальных холодноформованных профилей в соответствии с Еврокодом 3.
- Расчет несущих и ограждающих конструкций из стальных холодноформованных профилей в соответствии с Еврокодом 3.
- Примеры расчета стальных конструкций зданий в соответствии с Еврокодом 3.

5. Концепции проектов


Инженерная команда УЦСС бесплатно разрабатывает концепции проектов из стали с учетом всех особенностей, оптимизируя при этом материальные, трудовые и временные затраты, а также применяя последние инновации в системах и стальных элементах. На базе концепции проекта можно построить адаптированное под клиента конструктивное решение.

Перспективы. По мнению экспертов строительной отрасли, в будущем стоимость проекта недвижимости будут составлять не сами металлоконструкции, а эффективные инженерные решения, которые сталь позволяет применить в проекте. Коммерческий успех объектов недвижимости будущего во многом будет зависеть от грамотной бизнес-модели проекта, его выразительной архитектуры, а также эффективных конструктивных решений. Инженерная составляющая станет все больше доминировать в проектах недвижимости, обеспечивая гармоничный синтез применения стальных решений в комплексе с выполнением всех нормативных и коммерческих требований к объектам. В этом

контексте, успешными и востребованными на рынке станут украинские инженеры, умеющие максимально эффективно применять в проектах преимущества стали как конструкционного материала.

Перспективными направлениями для роста потребления стали в строительстве являются торговая и офисная недвижимость, объекты сельскохозяйственного назначения, многоуровневые паркинги, а также сегмент реконструкции жилого и коммерческого фонда страны.

Специалисты отрасли едины во мнении, что с наступлением благоприятного инвестиционного климата и активизацией строительства в Украине, рост сегмента металлостроительства будет опережать общий показатель по отрасли, поскольку сталь является наиболее целесообразным материалом, дающим инвесторам безальтернативные преимущества с точки зрения сроков и стоимости строительства.

Надійшла 13.05.2015 р. 

ОФІЦІЙНА ІНФОРМАЦІЯ

В АКАДЕМІЇ БУДІВНИЦТВА УКРАЇНИ

26 травня 2015 року відбулось перше засідання новообраної президії Академії будівництва України.

У переліку головних прийнятих рішень:

1. Затвердження нової структури керівництва Академією із визначенням наступних напрямків діяльності:

- ✓ Освіта і наука.
- ✓ Проектна та інжинірінгова діяльність.
- ✓ Будівельна діяльність.
- ✓ Будівельна індустрія та промисловість будівельних матеріалів.
- ✓ Спеціалізована будівельна діяльність.
- ✓ Законодавство та нормативне забезпечення будівельної діяльності.
- ✓ Закріплення за напрямками віце-президентів Академії.

2. Затвердження Захарченка П.В. головою кваліфікаційної ради № 1 з присвоєння звання «Доктор будівництва» та затвердження Президента Академії Назаренка І.І. головним редактором «Вісника Академії будівництва України» та журналу «Будівництво. Наука. Проекти. Економіка».

3. Обрання Губеня П.І. керівником відділення № 2 «Економіка будівництва» та Ручинського М.М. керівником відділення «Машини, механізми і процеси будіндустрії та виробництва».

4. Затвердження плану роботи президії Академії будівництва України на 2015 рік.

5. Оголошення переможців конкурсу на присудження «Великої срібної медалі Академії будівництва України» за 2014 рік за наступними номінаціями:

- «За кращий реалізований будівельний проект»;
- «За кращий інноваційний проект, здійснений у будівництві»;
- «За кращу опубліковану роботу в галузі будівельної науки».

УЦСБ У СИСТЕМІ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ГАЛУЗІ МЕТАЛОБУДІВНИЦТВА

Створена у 2013 році асоціація Український Центр Сталевого Будівництва (УЦСБ) проводить системну діяльність щодо розвитку внутрішнього ринку металокопункцій та ствердження сталі пріоритетним матеріалом при будівництві в Україні. Головними напрямками політики УЦСБ визначено наступні: розроблення та удосконалення нормативної бази у галузі проектування, виготовлення та монтаж металевих копункцій для широкого спектра об'єктів промислового та цивільного будівництва, її подальша актуалізація згідно із сучасними вимогами науки і техніки та технології виробництва.

З метою практичної реалізації цього важливого напрямку роботи у структурі УЦСБ створено комітет із нормативно-технічної діяльності (НТД), який на підставі проведення прискіпливого аналізу стану НТД у металобудівництві та отриманих пропозицій членів асоціації підготував обґрунтовані пропозиції щодо фінансування розробок нових будівельних норм і стандартів національної системи технічного регулювання у будівництві, а також узгодив етапи їх виконання із Мінрегіоном України – центральним органом виконавчої влади із проведення державної політики у сфері нормування і стандартизації в будівельній галузі.

У першу чергу було прийнято рішення щодо перегляду на замовлення УЦСБ базисного нормативного документа ДБН В 2.6-163:2010 «Сталеві копункції. Норми проектування, виготовлення і монтажу» [1] та розроблення на його базі нових будівельних норм із проектування металевих копункцій та двох окремих державних стандартів відповідно із виготовлення та монтажу таких копункцій.

До виконання цих розробок були залучені провідні фахівці ТОВ «Укрінсталькон імені В.М. Шимановського», Інституту електрозварювання ім. О.Є. Патона НАН України, КНУБА та інших технічних вищих навчальних закладів, спеціалісти металургійних комбінатів, заводів металевих копункцій та монтажних організацій.

У проекті нових будівельних норм ДБН В 2.6-198:2014 були відкориговані розділи, пов'язані з процесами зварювання, використан-



В.П. Адріанов

заступник генерального директора ТОВ «Укрінсталькон ім. В.М. Шимановського», керівник комітету нормативно-технічної діяльності УЦСБ



А.С. Білик

доцент кафедри металевих і дерев'яних копункцій Київського національного університету будівництва і архітектури, к.т.н., керівник інженерного Центру УЦСБ

ням при проектуванні копункцій нових марок копункційних зварюваних сталей, у т.ч. термомеханічнозмцнених, виробництво яких за європейськими стандартами – ДСТУ EN 10025-3 [2] та ДСТУ EN 10025-4 [3] організовано на українських металургійних заводах. Очікується, зокрема, що застосування вітчизняних високоміцних марок сталей S460M/ML, S500MC, S690QL, S890Q, які мають дрібнозернисту структуру, низький вуглецевий еквівалент та поліпшені властивості зварювання і формування, у результаті дозволить знизити вартість металокаркасів до 15 %.

Вперше до нового нормативу були включені розділи щодо проектування балок із гофрованою стінкою, а також вимоги до проектування балок із гнучкою стінкою та перевірки несучої здатності безфасонних вузлів ферм із труб, гнутих зварних замкнених профілів та ферм із поясами з двотаврів та інші копункції, деякі з яких були раніше описані у ДСТУ Б В.2.6-194:2013 [4], що із введенням нового ДБН втрачає чинність.

Нові державні будівельні норми ДБН В 2.6-198:2014 «Сталеві копункції. Норми проектування» отримали у ході підготовки позитивні відгуки та висновки експертизи і згідно з наказом Мінрегіону України введені у дію з 1 січня 2015 року.

Основною метою розроблення проекту окремого ДСТУ із виготовлення металевих копункцій було створення нормативного документа, що регламентує загальні вимоги до матеріа-

лів, технології виготовлення та контролю якості конструкцій та їх елементів з одночасним дотриманням вимог Технічного регламенту будівельних виробів, будівель і споруд відносно їх надійності та безпеки для життя і здоров'я людей.

До переліку основних розділів ДСТУ увійшли положення стосовно розроблення конструкторської документації (КМД), проведення вхідного контролю і зберігання матеріалів, розмічання, різання, механічної обробки, гнуття, маркування деталей, улаштування отворів під болти, складання і зварювання конструкцій, захисту конструкцій від корозії, приймання і відвантаження. Згідно з наказом Мінрегіону України ДСТУ Б В.2.6-199:2014 «Конструкції сталеві будівельні. Вимоги виготовлення» вводиться у дію з 01.07.2015 року.

Вперше в історії незалежної України на замовлення недержавної організації – УЦСБ, був розроблений проект державного стандарту з монтажу сталевих конструкцій. Основною базою його створення став набутий багаторічний прогресивний досвід вітчизняних проектних, проектно-технологічних, проектно-конструкторських і спеціалізованих монтажних організацій із розроблення та впровадження сучасних технологій монтажу металевих конструкцій будівель та інженерних споруд. Даний стандарт встановлює загальні технічні вимоги щодо виконання робіт із монтажу металевих конструкцій при будівництві, реконструкції, технічному переоснащенні та капітальному ремонті.

До стандарту увійшли основні розділи із вимогами до: транспортування; складування; встановлення; перевіряння та закріплення монтажних з'єднань, у т.ч. на болтах; зварних з'єднань; спеціальних монтажних з'єднань; випробування конструкцій; контролю якості та приймання робіт.

Крім того, до складу стандарту включені додаткові вимоги щодо монтажу металевих конструкцій одноповерхових і багатопверхових будівель, транспортних галерей, резервуарів, антенних споруд і башт, структурних покриттів, висячих вантових і мембранних покриттів, легких огорожувальних конструкцій покрівлі та стін. ДСТУ Б В.2.6-200:2014 «Конструкції металеві будівельні. Вимоги монтажу» планується до введення з 01.07.2015 року.

Введення у дію зазначених трьох нормативно-технічних документів національної гілки стандартизації і нормування, які охоплюють

усі важливі етапи життєвого циклу створення металевих будівельних конструкцій від проектування до монтажу, сприятиме підтриманню необхідного рівня конкурентоспроможності вітчизняної галузі металобудівництва.

Європейський вибір нашої країни визначив шляхи подальшого розвитку євроінтеграційних процесів у будівельній галузі за рахунок гармонізації Єврокодів у галузі проектування та європейських стандартів на різні види будівельної продукції.

З метою єдиного методичного підходу до підготовки ідентичних державних стандартів шляхом перекладу на замовлення УЦСБ групою провідних вітчизняних вчених наукових, проектних інститутів і вищих навчальних закладів було підготовлено Термінологічний словник, складений на основі термінології та понять, що використовуються у європейських нормативних документах. Одночасно була розпочата робота із гармонізації євростандартів на матеріали, вироби, методи їх випробувань та виконання робіт. Враховуючи необхідність і своєчасність цих заходів, УЦСБ зайняв активну позицію у замовленні розробок ідентичних стандартів у галузі металобудівництва.

Так, у першу чергу, була розпочата гармонізація найбільш використовуваних у Єврокоді 3 європейських стандартів ДСТУ Б EN 1090-1-2014 «Виконання сталевих і алюмінієвих конструкцій. Частина 1: Вимоги до оцінки відповідності компонентів конструкцій» [5] та ДСТУ Б EN 1090-2-2014 «Виконання сталевих і алюмінієвих конструкцій. Частина 2: Технічні вимоги до сталевих конструкцій» [6].

У першій частині цього ідентичного європейського стандарту визначені вимоги до оцінки відповідності показників компонентів сталевих і алюмінієвих конструкцій, а також для комплектів у якості будівельних виробів, розміщених на ринку. Цей стандарт включає також оцінку відповідності сталевих компонентів, що використовуються в композитних конструкціях зі сталі та бетону.

У другій частині EN 1090 узагальнений багаторічний європейський досвід та встановлені вимоги до виготовлення і монтажу сталевих конструкцій та їх елементів з метою забезпечення необхідного рівня механічного опору та стійкості, експлуатаційної надійності та довговічності.

Особливістю цього стандарту є визначення у складі технічних умов на виготовлення кон-

струкцій 4-х класів, вибір яких пов'язаний з категорією виробництва та категорією використання у поєднанні із класом наслідків, як зазначено в EN 1990:2002 [7], а також визначення трьох ступенів підготовки конструкцій, залежних від очікуваного терміну служби протикорозійного захисту та категорії агресивності.

В основних розділах стандарту встановлені вимоги до складових виробів, процесів підготовки та складання, зварювання, включаючи атестацію технології зварювання та зварників, механічних засобів кріплення, монтажу, обробки поверхні, допусків та геометричних розмірів, контролю та випробування.

Дотримання українським виробником металевих будівельних конструкцій вимог цих стандартів надає їм можливість поставляти свою продукцію на Європейський ринок та до інших країн світу.

ДСТУ Б EN 1090-1 та ДСТУ Б EN 1090-2 пройшли державну експертизу і згідно з наказами Мінрегіону України будуть введені в дію з 01.07.2015 року.

На замовлення УЦСБ у 2014–2015 роках була проведена робота із гармонізації чотирьох європейських стандартів, аналоги яких відсутні у національній системі стандартизації, це – ДСТУ Б EN 508-1:2014 «Вироби кровельні металеві листові. Вимоги до самонесучих виробів із сталевих, алюмінієвих листів або листів із нержавіючої сталі. Частина 1. Сталь», ДСТУ Б EN 14195:2015 «Профілі металеві для гіпсокартонних систем – визначення, вимоги та методи випробування», ДСТУ Б EN 14782:2015 «Листи металеві самонесучі для покрівлі, зовнішнього обшиття і внутрішнього облицювання. Технічні умови на продукцію та вимоги», ДСТУ Б EN 14783:2015 «Листи та смуги металеві, які повністю опираються на поверхню, для покрівлі,

зовнішнього обшиття і внутрішнього облицювання. Технічні умови на продукцію та вимоги».

На допомогу вітчизняним проектувальникам та інженерно-технічним працівникам організацій і підприємств будівельної галузі фахівцями УЦСБ було проведено узагальнення європейського досвіду та з урахуванням національних традицій підготовлено ряд публікацій (посібників), спрямованих на ознайомлення із особливостями проектування будівельних конструкцій за Єврокодами.

З метою активізації практичної роботи у сфері технічного регулювання УЦСБ як колективний член увійшов до складу трьох Технічних комітетів стандартизації – ТК 301 «Металобудівництво», ТК 310 «Промислове будівництво» та ТК 25 «Пожежна безпека та протипожежна техніка». Згідно з наказом Мінрегіону України від 19.03.2014 р. № 78 УЦСБ здійснює функції секретаріату ПК 2 «Виготовлення металевих конструкцій» ТК 301 «Металобудівництво».

Підсумком поточного етапу ефективної діяльності асоціації, спрямованої на удосконалення та розвиток національної системи стандартизації і нормування у будівництві, стало укладання у травні 2015 року Меморандуму про співпрацю між Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України та асоціацією «Український Центр Сталевого Будівництва», яким передбачені довгострокові двосторонні організаційні та технічні заходи із розвитку галузі вітчизняного металобудівництва.

У перспективі Українським Центром Сталевого Будівництва заплановано опрацювання нормативної бази у галузі металобудівництва, зокрема, для висотного комерційного, житлового сегментів нерухомості, спорудження будівель із застосуванням легких сталевих конструкцій, сталезалізобетону тощо.

- [1] ДБН В.2.6-163:2010 Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу // чинний із 1-12-2011, Мінрегіон 2011
- [2] ДСТУ EN 10025-3:2007 (EN 10025-3:2004, IDT). Вироби гарячекатані з конструкційної сталі. Частина 3. Технічні умови постачання зварюваних дрібнозернистих конструкційних сталей, підданих нормалізації або нормалізувальному прокатуванню // чинний із 1-7-2009, Держспоживстандарт, 2009
- [3] ДСТУ EN 10025-4:2007 (EN 10025-4:2004, IDT). Вироби гарячекатані з конструкційної сталі. Частина 4. Технічні умови постачання термомеханічнооброблених зварюваних дрібнозернистих сталей // чинний із 1-1-2009, Держспоживстандарт, 2009
- [4] ДСТУ Б В.2.6-194:2013 Сталеві конструкції. Опори повітряних ліній електропередачі, відкриті розподільні пристрої, лінії контактних мереж транспорту, антенні споруди зв'язку,

річкові гідротехнічні споруди, балки з гнучкою або перфорованою стінкою. Додаткові вимоги до проектування // чинний із 1-1-2014, Мінрегіонбуд 2014

- [5] ДСТУ Б EN 1090-1-2014 Виконання сталевих і алюмінієвих конструкцій. Частина 1: Вимоги до оцінки відповідності компонентів конструкцій (EN 10901:2009+A1:2011, IDT) // чинний із 1-7-2015, Мінрегіон 2015
- [6] ДСТУ Б EN 1090-2-2014 Виконання сталевих і алюмінієвих конструкцій. Частина 2: Технічні вимоги до сталевих конструкцій (EN 1090 2:2008+A1:2011, IDT) // чинний із 1-7-2015, Мінрегіон 2015
- [7] EN 1990 (2002): Eurocode – Basis of structural design [Authority: The European Union Per Regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC]

Надійшла 12.05.2015 р.

ВІМ-МОДЕЛЮВАННЯ. ОГЛЯД МОЖЛИВОСТЕЙ ТА ПЕРСПЕКТИВИ В УКРАЇНІ

Поняття та історія виникнення ВІМ. Сучасний розвиток інформаційних технологій ознаменувався появою принципово нового підходу в архітектурно-будівельному проектуванні, що полягає у створенні комп'ютерної моделі нової будівлі, яка охоплює всі відомості про майбутній об'єкт – Building Information Model (ВІМ).

Поняття інформаційного моделювання будівлі як засіб її параметризації було запропоновано професором Технологічного інституту Джорджії (Georgia Tech) Чаком Істманом (Chuck Eastman) у 1975 р. під назвою Building Description System (Система опису будівлі) [1, 2]. Пізніше, у 1986 р., англієць Роберт Ейш (Robert Aish) вперше використав термін Building Modeling у його нинішньому розумінні при проектуванні Терміналу 3 в аеропорту Хітроу [19]. Також він вперше сформулював основні принципи інформаційного підходу у проектуванні: тривимірне моделювання; автоматичне отримання креслень; інтелектуальна параметризація об'єктів; відповідні об'єктам бази даних; розподіл процесу будівництва за тимчасовими етапами тощо. Термін ВІМ (Building Information Modeling) вперше з'явився у 1992 р. у роботі Г.А. ван Недервена (G.A. van Nederveen) і Ф.П. Толмана (F.P. Tolman) з Нідерландів [3]. Приблизно із 2002 р. концепцію Building Information Model перейняли розробники програмного забезпечення, зробивши це поняття одним із ключових у своїй термінології. Невдовзі ВІМ було узято на озброєння Bentley Systems, Autodesk и Graphisoft та ін. Надалі аббревіатура ВІМ увійшла до лексики фахівців із систем автоматизованого проектування і набула широкого розповсюдження в усьому світі.

ВІМ може використовуватися як для позначення безпосередньо самої інформаційної моделі будівлі, так і для процесу інформаційного моделювання. Наприклад, компанія Graphisoft – автор широко розповсюдженого пакета ArchiCAD, запровадила термін VB (Virtual Building) – віртуальна будівля, який по суті є ВІМ. Іноді можна зустріти схоже за значенням словосполучення *електронне будівництво* (e-construction). Wikipedia визначає ВІМ як процес генерації та



А.С. Білик

доцент кафедри металевих і дерев'яних конструкцій Київського національного університету будівництва і архітектури, к.т.н., керівник інженерного центру УЦСБ



М.А. Беляєв

провідний інженер-конструктор Українського Центру Сталевого Будівництва

управління даними єдиної інфраструктури впродовж її життєвого циклу, що відбувається із використанням спеціального програмного забезпечення динамічного моделювання будівель у тривимірному просторі та реальному часі, з метою зменшення втрат часу та ресурсів у проектуванні та будівництві. Цей процес відбувається у інформаційній моделі інфраструктури (також позначеній ВІМ), що включає в себе геометрію будівлі, просторові відношення, географічну інформацію, а також кількість та властивості компонентів інфраструктури тощо.

Класифікація і особливості ВІМ. Інформаційне моделювання будівлі – це комплексний підхід до зведення, оснащення, забезпечення експлуатації та ремонту будівлі, який передбачає збирання та комплексну обробку в процесі проектування всієї архітектурно-конструкторської, технологічної, фінансової та іншої інформації про будівлю з усіма її взаємозв'язками і залежностями. В інформаційному моделюванні будівля і все, що до неї відноситься, розглядається як єдиний об'єкт. Кожен елементарний модуль, об'єкт будівлі є просторовою інформаційною моделлю, яка пов'язана із базою знань, і у якій кожному елементу можна привласнити додаткові атрибути. Такі ознаки і переваги органічно впливають із глобальних відмінностей знань від інформації – їх композитивність, ієрархічність, процедуральність та описовість [4]. Будівельний об'єкт відтоді проектується фактично як єдине ціле і зміна

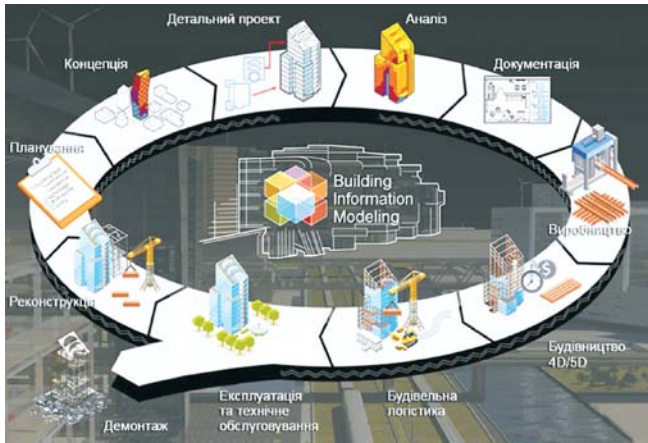


Рис. 1. Основні процеси BIM



Рис. 2. Укрупнена схема інформаційних зв'язків BIM [5]

будь-якого його параметра тягне за собою автоматичну зміну інших, пов'язаних з ним параметрів і об'єктів, зміни креслень, візуалізацій, специфікацій, графіка будівництва тощо на всіх етапах життєвого циклу (рис. 1).

Компанія Autodesk визначає наступні особливості BIM: добра координація, узгодженість та взаємозв'язок, піддатливість розрахункам та аналізу, наявність геометричного прив'язування,

придатність до комп'ютерного використання та можливість необхідних оновлень.

Числова інформація щодо існуючого або запланованого об'єкта у BIM може використовуватися для: прийняття конкретних проектних рішень; створення високоякісної проектної документації; передбачення експлуатаційних якостей об'єкта; розроблення кошторисів та будівельних планів; замовлення та виготовлення матеріалів, конструкцій та обладнання; управління зведенням будівлі та її експлуатацією, а також засобів технічного оснащення протягом усього життєвого циклу; управління будівлею як об'єктом комерційної діяльності; проектування та реконструкції або ремонту будівлі, її знесення та утилізації тощо (рис. 2).

Застосування інформаційної моделі будівлі істотно полегшує роботу з об'єктом і має ряд переваг порівняно з класичними методами проектування. Насамперед, BIM дозволяє у віртуальному режимі розробити, пов'язати разом та узгодити створювані різними фахівцями та організаціями компоненти, системи майбутньої споруди, заздалегідь перевірити їх життєздатність, функціональність і експлуатаційні якості. BIM дає змогу створити модель, у якій можуть паралельно працювати архітектори, конструктори, інженери та інші фахівці, залучені до проекту. Середовище BIM підтримує функції спільної роботи впродовж усього життєвого циклу будівлі без ризику неузгодженості або втрати даних, а також унеможливорює помилки при їх передачі та перетворенні. Прийняття зважених рішень на ранніх етапах існування об'єкта заздалегідь дозволяє заощадити, адже відомо, що ціна внесення змін у проект зростає експоненціально із часом від початку робіт (рис. 3).

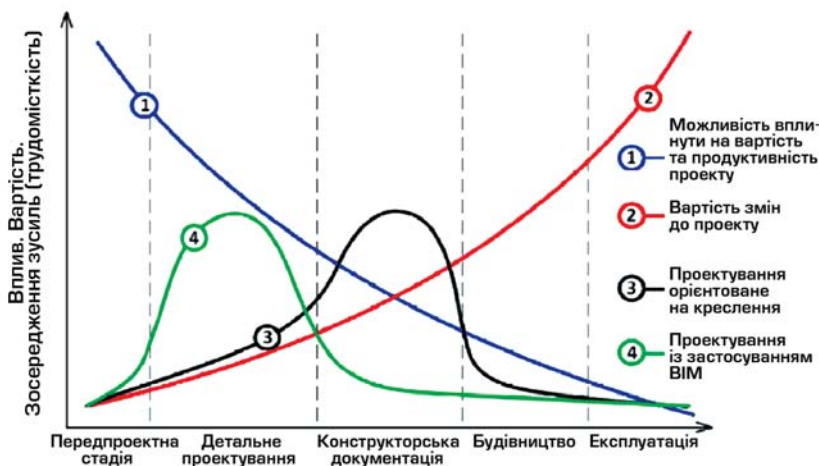


Рис. 3. Зміна ціни та можливостей внесення змін у проект із часом від початку проектних робіт при звичайному проектуванні та із застосуванням BIM

Таким чином, основними перевагами BIM можна назвати наступні:

- Значне скорочення часу проектування для типових, регулярних об'єктів, а також для внесення змін у проектну документацію.
- Упередження конфліктів між системами та підсистемами будівлі і окремими елементами.
- Детальне опрацювання збільшує прогностичність техніко-економічних показників та зменшення операційних витрат.
- Виявлення взаємозв'язків між елементами будівлі, функціональністю.
- Здатність до накопичення предметних знань.
- Можливість дослідження та оптимізації експлуатаційних показників.
- Компактність систем, що проектуються, можливість значного ускладнення їх функції та форми.

Наприклад, при створенні складного за формою і внутрішнім оснащенням нового корпусу Музею мистецтв у Денвері (США) була використана спеціально розроблена для цього об'єкта інформаційна модель. Тільки організаційне застосування BIM для взаємодії субпід-

рядників і оптимізації графіка робіт дозволило скоротити термін будівництва на 14 місяців, що призвело до економії приблизно 400 тис. доларів при кошторисній вартості об'єкта в 70 млн. доларів (рис. 4).

Сучасне інформаційне моделювання – Building Information Modeling – нерозривно поєднане із управлінням ефективністю (Building Performance Management) та життєвим циклом будівлі (Building Lifecycle Management) [6]. BIM дає змогу не тільки полегшити виготовлення, прискорити монтаж конструкцій, а й прослідкувати ефективність інвестицій, акумулювати якісні та кількісні дані, що застосовуються у різних сферах за схемою Продукт – Процеси – Ресурси [7, 16].

Розвиток BIM у світі. Сучасний напрямок розвитку будівельної галузі рухається до об'єднаної парадигми архітектурної та конструктивної форми – алгоритмічної архітектури. Висока точність BIM-моделей з урахуванням технологічних вимог виготовлення дає можливість отримувати нові конструктивні та архітектурні форми (рис. 5). Наразі всі провідні розробники

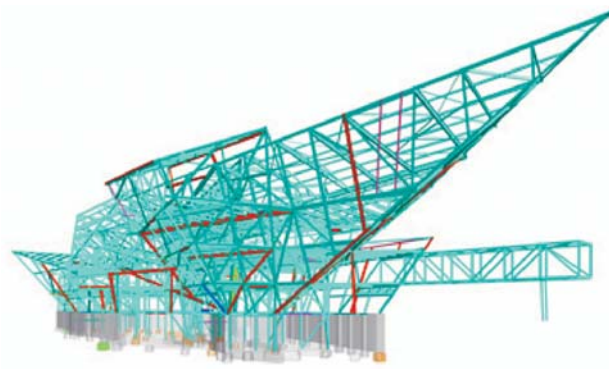


Рис. 4. BIM сталевого каркаса та фасад Музею мистецтв у Денвері, США, арх. бюро D. Libeskind, 2006 р.

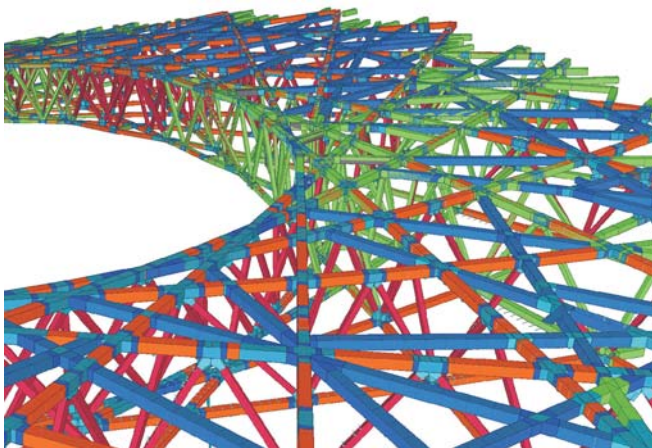


Рис. 5. Фрагмент BIM-моделі каркаса та реалізований проект стадіону Bird's Nest у Пекіні (КНР), 2008 р. Арх. бюро Херцог та де Мерон

будівельних САПР – Autodesk, Nemetschek, Graphisoft та ін. – підтримують у своїх продуктах технологію BIM. Для сумісності різних програм був розроблений спеціальний формат обміну даними – IFC. Початково запроваджений для комплексів Autodesk Revit та Tekla, IFC поступово став буфером обміну повних даних без втрати найціннішого – інформаційного наповнення.

BIM є сумою технологій, наслідком еволюції систем імітаційного моделювання. Це відповідь на зростаючу складність функцій та підсистем її обслуговування у будівлях, на вимоги сучасності до форми конструкцій як з архітектурної, так і конструктивної точки зору. Сучасні BIM укрупнюють підсистеми будівлі в один супероб'єкт, що вже реалізовано у деяких комплексах [17]. Вочевидь укрупнення і взаємointegraція BIM не може залишитися у межах будівлі. Наразі системи BIM кожної споруди органічно виходять на рівень інтеграції у міське середовище. Це зумовлює перехід BIM-технологій у 4D та 5D-системи. 4D вже широко застосовується у локальних BIM, дозволяючи моделювати монтаж елементів каркаса та огороження. 5D-системи мають на увазі накопичення якісних даних BIM та поширення сполученості із ГІС-технологіями [8]. Таким чином, сучасні BIM-системи є частиною інформаційних систем (I-Model), які накопичують і несуть інформацію щодо явищ природи, з якими ми взаємодіємо, соціально економічну історію життя людей [18].

Розглянемо ще більш глобальну перспективу, що вже стає реальністю. Уряд Британії у 2015 р. анонсував програму тотального впровадження BIM у країні: Digital-Built-Britain [12, 13]. Програма систематизує існуючий розвиток BIM та 4 шаблі та передбачає перехід Великої Британії на третій BIM-рівень (див. таблицю). Рівень 1 взаємодії був досягнутий при проектуванні та будівництві п'ятого терміналу аеропорту Хітроу, проте очікування учасників не виправдалися. Приріст продуктивності порівняно із неорганізованими формами роботи був усього на рівні 10 %. Прикладом програмного втілення середовища рівня 2 є Autodesk Navisworks, Solibri Model Checker, Bentley Navigator. На цьому рівні організована взаємодія може забезпечити до 50 % скорочення невиробничих витрат проекту. Для цього рівня доступні візуальне планування та управління будівництвом – 4D, а також управління вартістю проекту – 5D.

Британська систематизація BIM

Рівень	Назва	Опис
0	Некерований CAD	Робота ведеться у режимі 2D.
		Передача інформації суміжникам відбувається в основному через паперові носії або електронну форму паперу
1	Керований CAD	Взаємодія між членами команди проекту в організованому вигляді відсутня
		Робота наряду із 2D ведеться у 3D-графіці
2	Федерований BIM	Передача інформації відбувається в електронному вигляді через середовище загальних даних (Common Data Environment), специфіковане британським стандартом BS 1192:2007
		Взаємодія між учасниками різних дисциплін у повноцінному вигляді ще не організована
3	Інтегрований BIM	Робота кожного учасника відбувається у 3D-моделі своєї дисципліни
		Передача інформації відбувається в електронному вигляді міждисциплінарної координації через середовище загальних даних відповідно до стандарту BS 1192:2007; автоматично визначаються та усуваються колізії, вивіряються проектні рішення тощо
3	Інтегрований BIM	Взаємодія учасників проекту має форму повної та повноцінної колективної роботи
		Робота кожного учасника відбувається у 3D-моделі своєї дисципліни, передача інформації відбувається у вигляді електронного одночасного доступу усіх учасників до єдиної моделі, при цьому ризик виникнення конфліктних ситуацій зведений до мінімуму
3	Інтегрований BIM	Взаємодія між дисциплінами реалізована повною мірою через сумісне використання єдиного центрального репозитарію

В окресленому ракурсі BIM є технологією, яка символізує прихід «цифрового будівництва». У 2011 р. уряд Великої Британії прийняв рішення, що із квітня 2016 р. усі держзакупівлі у галузі будівництва будуть здійснюватися тільки для проектів, що виконуються у технології BIM рівня 2. Таким чином, галузь отримала потужну стимуляцію для поступу. Була сформована спеціальна робоча група (BIM Task Group), якій було доручено розробити необхідні стандарти та протоколи для роботи з безкоштовним доступом (оскільки левову частину ринку представляють компанії середнього та малого бізнесу).

Пілотні проекти, виконані у рамках держзамовлення за технологією BIM рівень 2, продемонстрували скорочення 20 % капітальних витрат на будівництво порівняно із аналогічними проектами 2009–2010 рр. Протягом 2013–2014 рр. економія склала £840 мільйонів. У 2015 р. за рахунок застосування BIM другого рівня очікува-

на економія складе £1,2 мільярдів. Наприкінці 2014 р. Британський Construction Leadership Council започаткував галузеву стратегію «Будівництво 2025», запланувавши амбітні показники: на 33 % зниження початкових витрат на будівництво та вартість експлуатації готового об'єкта; на 50 % скорочення загального часу від початку і до завершення проекту; на 50 % скорочення викидів парникових газів від капітального будівництва; до 50 % зростання експорту будівельних продуктів та послуг. Країни Європейського Союзу планують затвердити рівень 2 як стандарт для держзамовлень із встановленими граничними значеннями вже у 2017 році. Аналогічні програми вже анонсовані у деяких країнах Євросоюзу, зокрема у Франції та Німеччині. Окреслені успіхи та перспективи ВІМ корелюють із прогнозом розвитку глобального ринку будівництва на 2025 р. [9], згідно із яким прогнозується зростання на рівні 70 %, в основному за рахунок ринку Азії та ЕМЕА (Європа, Близький Схід та Африка).

На фоні цього, не очікуючи повної інтеграції рівня 2, у Британії розпочалася розробка якісно нового – третього рівня ВІМ (власне Digital-Built-Britain) паралельно з іншими стра-

тегіями: «Розумні цифрові міста» – інтелектуальні системи інфраструктури, енергетики, охорони здоров'я, водопостачання та переробляння відходів; «Інформаційна економіка» – високопродуктивні обчислення, Інтернет речей, у формі автоматичних сенсорів для автоматизації процесів та ін. Сукупність трьох стратегій дає змогу побачити недалеко майбутнє соціально-економічної організації глобалізованого світу високих технологій. Стратегія Digital Built Britain у підсумку представила бачення високопродуктивної, збалансованої та прозорої кібернетичної держави, яка ефективно обслуговує потреби громадян. Можливість виміряти параметри функціонування готового об'єкта та порівняти їх із вимогами, встановленими у технічному завданні, а також із початковими експлуатаційними параметрами, значно покращують умови його використання. Переваги стратегії для суспільства від її реалізації автори визначили як:

- Істотна економія на державних закупівлях.
- Швидка та широка реалізація покровових змін щодо продуктивності будівельної галузі, підвищення її ефективності.
- Оптимізація експлуатації будівель, економія на життєвому циклі, зокрема від зменшення енергоспоживання.
- Безпечне користування відкритими даними у контрольованому режимі.
- Переваги для національних компаній від міжнародного прийняття стандартів та протоколів.
- Надання нових можливостей суміжним областям: «розумні» цифрові міста та «інтелектуальні» енергосистеми, виробництво, кібербезпека, нові матеріали.

Перспективи ВІМ в Україні. Як описано вище, впровадження ВІМ-технологій у світі відбувається зростаючими темпами, причому нерідко за державної підтримки. В Україні також спостерігається пошук інтересу до інформаційного моделювання будівельних систем, однак цей процес притаманний лише окремим інтегрованим підприємствам або компаніям із іноземними інвестиціями. ВІМ активно застосовується у будівельній галузі України, де очевидна його ефективність: будівництво великих торговельно-розважальних центрів (наприклад Ocean Plaza, Республіка у Києві тощо, рис. 6), мультифункціональних об'єктів зі складною внутрішньою інфраструктурою (наприклад укриття над ЧАЕС). При цьому основними

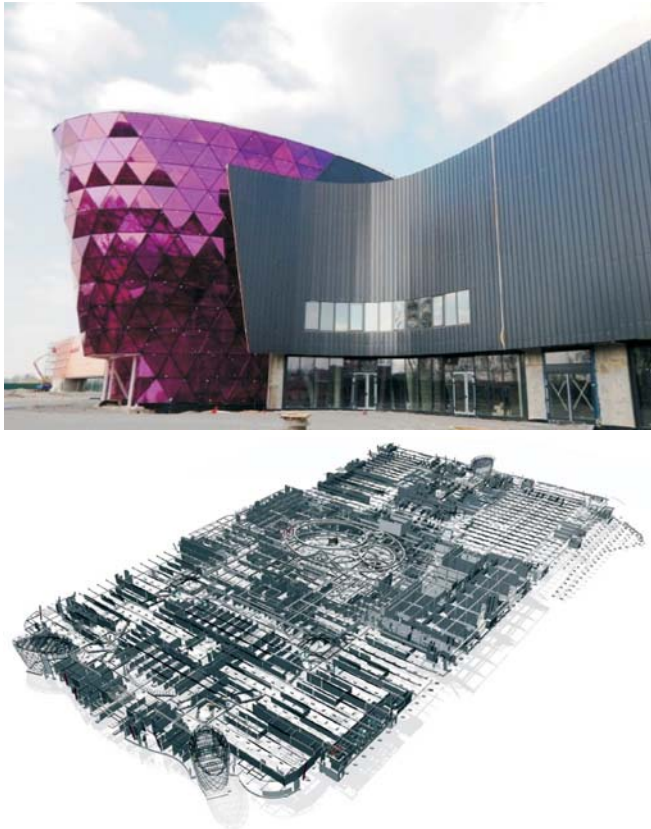


Рис. 6. ВІМ-модель та фасад найбільшого в Україні ТРЦ «Республіка» у м. Києві (арх. бюро «Архіматика», 2014 р.)

бар'єрами щодо впровадження BIM в Україні видаються наступні:

- Висока вартість програмних комплексів BIM порівняно із вартістю проектних послуг.
- Рентабельність тільки для великих, типових або закордонних проектів.
- Неврегульованість нормативної бази щодо статусу інформаційного моделювання та його впровадження у процес будівництва на всіх етапах.
- Недосконале законодавство, яке допускає виробництво конструкцій некваліфікованими учасниками.
- Невизначеність розподілу відповідальності та права інтелектуальної власності.
- Неготовність інвесторів додатково вкладати у інформаційні моделі, що можуть бути використані не тільки при будівництві, але і при експлуатації об'єктів.
- Інерціальність та традиційність будівельної галузі, недостатнє розуміння переваг BIM.
- Сумісність між різними програмними продуктами, вироблення єдиних стандартів із передачі даних.
- Інерціальність будівельної галузі щодо впровадження BIM, неготовність виконавців проектування; асиметричність ризиків та винагород у будівництві; відсутність стандартизованих бізнес- та контракт моделей у будівництві, до яких міг би бути прив'язаний наскрізний процес BIM [10].

У той же час можна позначити чинники, що в сучасних умовах стимулюють впровадження BIM в Україні:

- Орієнтація проектування на зовнішні західні ринки, для яких BIM є природним.
- Імплементация європейських будівельних норм, що органічні для BIM комплексів.
- Зростання вартості енергоносіїв, що змушує девелоперів та власників переходити на інформаційні технології проектування, будівництва та експлуатації із високим рівнем прогнозування та контролю.
- Впровадження енергоощадних програм та реформ, що спонукає державу виступати ефективним ощадним власником.
- Очікування закордонних інвестицій та програм і необхідність дієвого контролю за їх виконанням.

Органічно конструктивно орієнтовані BIM насамперед набули застосування у галузі проектування сталевих конструкцій, що мають нас-

крізний інтегрований ланцюжок проектування, виробництва і монтажу. Історично склалося так, що проектування сталевих конструкцій в Україні та СНД складається з двох розділів: КМ (конструкції металеві) і КМД (конструкції металеві деталювальні). BIM-технологія дозволяє моделювати об'єкти будь-якої складності, без поділу процесу на КМ і КМД. Повні інформаційні моделі будівель створюються довше ніж звичайні креслення КМ і КМД, але дозволяють отримати всю проектну документацію на об'єкт. Висока геометрична точність конструкцій, що отримується за допомогою BIM, і можливість передачі даних у САМ-системи (у виробниче устаткування) значно підвищують технологічність виробництва та скорочують час монтажу, а також дають можливість реалізувати складні архітектурні форми, мінімізують терміни на розроблення проекту, а також внесення до нього змін.

Із метою популяризації BIM-технології в Україні на початку 2014 р. Український Центр Сталевого Будівництва уклав партнерську угоду із компанією Tekla, що спеціалізується на розробленні програмного забезпечення архітектурного, інженерного і будівельного призначення. В рамках укладеної угоди сторони домовилися спільно здійснювати просування одностадійного проектування та BIM-моделювання на ринку України з метою підвищення ефективності сталевих будівництва. Наступними перспективними кроками щодо розвитку BIM в Україні мають бути такі:

- Сучасні стандарти повинні містити опис та закріпити статус інформаційної моделі.
- Реалізація впровадження BIM на державному рівні, спеціальні програми нормативної адаптації BIM комплексів та розвитку власного спеціалізованого програмного забезпечення (наприклад [14]).
- Запущення пілотних проектів із розроблення інформаційних моделей типових об'єктів та оцифрування існуючих будівель та систем.
- Відкриття геоінформаційних BIM бази даних міст, що також є елементом стійкого розвитку міського середовища та електронної демократії.

Досвід свідчить, що для переходу компаній на BIM потрібні поетапні зміни, що відбуваються відповідно до концепції (насамперед виконання малих, типових об'єктів), у виокремленій

частині персоналу (т.зв. команда BIM). Такий підхід за умови однорідності та поступовості виконання роботи здатний призвести до зростання продуктивності із часом [11].

Тотальний перехід на BIM у майбутньому неминучий. Але слід розуміти, що він можливий лише за умови зміни технологій та організації процесу проектування. Для активного застосування BIM-технологій в Україні необхідно, перш за все, провадити роз'яснювальну роботу, змінювати підхід замовників і проєктувальників будівельних об'єктів, при цьому ефективним замовником має бути держава.

Висновки.

BIM виходить за межі проєктування і нерозривно застосовується для виробництва, експлуатації, діагностики будівель, слугує інформаційним кластером наповнення відомостями щодо взаємодії між системами будівлі, моделей їх деградації у реальних умовах, даних щодо ергономіки, екології при експлуатації та утилізації – так утворюється Цифрове Місто. Джерелами наповнення при цьому виступають автоматизовані системи моніторингу із стаціонарними датчиками отримання інформації у реальному часі, а також люди, які є кінцевими експлуатантами будівлі та мають датчики у мобільних пристроях. Неминуча інтеграція BIM із іншими глобальними інформаційними

інструментами, такими як соціальні мережі, GPS, системами моніторингу даних щодо навантажень та впливів на будівлю, її взаємодії із середовищем [15]. Таким чином, BIM-будівля з усіма підсистемами дає змогу управляти та коригувати її стан як цілісного об'єкта, накопичувати якісні та кількісні дані, що формують базу знань для прийняття рішень для наступних споруд.

Детальна інформаційна модель будівлі дозволяє оптимізувати її параметри виявляє чутливість до змін умов та параметрів, викриває усі їх взаємозалежності між собою. При спорудженні та експлуатації будівлі інформаційна модель у режимі реального часу акумулює історію появи відхилень станів елементів системи, їх усунень. Застосування інтелектуалізованих інструментів виконання робіт та інтеграція із системами доповненої реальності мінімізує різницю між віртуальною та фактичною моделями, дозволяє вчасно виявляти позапланові ситуації та пропонувати шляхи реагування. Накопичений безцінний досвід може бути застосований для планування програми обслуговування та ремонтів, складання моделей деградації елементів систем як для конкретної будівлі, так і для аналогів. BIM дозволяють формувати економіку стійкого розвитку, записувати та творити історію нашої цивілізації.

- [1] Eastman, Charles; Fisher, David; Lafue, Gilles; Lividini, Joseph; Stoker, Douglas; Yessios, Christos (September 1974). An Outline of the Building Description System. Institute of Physical Planning, Carnegie-Mellon University
- [2] Eastman, C. (1975). The use of computers instead of drawings in building design. Journal of the American Institute of Architecture. March Issue. pp. 46-50
- [3] Van Nederveen, G.A.; Tolman, F.P. (1992). «Modelling multiple views on buildings». Automation in Construction 1 (3): 215-24. doi:10.1016/0926-5805(92)90014-B
- [4] Шлепаков Л.Н. Системы с базами данных по решению задач распознавания и классификации информационных сообщений // Интеллектуализация сист. обраб. инф. сообщ. – К. : НАНУ, 1995. – С. 11-38.
- [5] В.Талапов BIM: что под этим обычно понимают // http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14078
- [6] BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)-BASED DESIGN OF ENERGY EFFICIENT BUILDINGS Chung-Suk Cho, Don Chen, and Sungkwon Woo <http://www.iaarc.org/publications/fulltext/S31-1.pdf>
- [7] Understanding the BIM concept from the Bentley Systems perspective // <http://www.egeomate.com/understanding-the-bim-concept-from-the-bentley-systems-perspective>
- [8] The future of national mapping agencies over the next 5-10 years // <http://geospatial.blogs.com/geospatial/2013/07/un-ggim-on-trends-over-the-next-5-10-years-in-the-geospatial-sector.html>
- [9] Global Construction Report 2025
- [10] BIM implementation strategies /Howard Ashcraft, Dennis R.Shelden/Gehry technologies 2007
- [11] Козлов И.М. Оценка экономической эффективности внедрения информационного моделирования зданий // Архитектура и современные информационные технологии // АИПТ: электрон. журн. 2010. 1(10).
- [12] Марк Бью, Мервин Ричардс BIM Task Group, <http://digital-built-britain.com>
- [13] Марина Король Британцы сообщили миру, что такое BIM уровня 3: это – Digital Built Britain http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=17570
- [14] Барабаш М.С., Бойченко В.В., Палиенко О.И. Информационные технологии интеграции на основе программного комплекса САПФИР Киев: издательство «Сталь», 2012. – 485 с.
- [15] М.Фрідрих Використання чотиривимірної інформаційної моделі будівлі для ідентифікації часово просторових загроз безпеки в будівництві // «GEODESY, ARCHITECTURE & CONSTRUCTION 2011» (GAC-2011), 24-26 NOVEMBER 2011, LVIV, UKRAINE. С. 78-79
- [16] Building information model based energy/exergy performance assessment in early design stages // Automation in Construction Volume 18, Issue 2, March 2009, Pages 153-163
- [17] Salman Azhar and Justin Brown, Rizwan Farooqui BIM-based Sustainability Analysis: An Evaluation of Building Performance Analysis Software // <http://ascpro.ascweb.org/chair/paper/CPRT125002009.pdf>
- [18] What is BIM? Part 2 – Building Information Modelling and BIM Maturity Levels // <http://www.architect-bim.com/what-is-bim-part-2-building-information-modelling-and-bim-maturity-levels/#.VUNnjPntmkp>
- [19] Aish, R. (1986): 'Building Modelling: The Key to Integrated Construction CAD', CIB 5th International Symposium on the Use of Computers for Environmental Engineering Related to Buildings, 7-9 July

Надійшла 12.05.2015 р.

ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРЕВАГИ ЄВРОПЕЙСЬКИХ НОРМ У ГАЛУЗІ ПРОЕКТУВАННЯ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Курс на євроінтеграцію є не тільки свідомим вибором України в умовах глобалізації, але і нагально необхідним з точки зору існуючої геополітичної ситуації, розташування та економічних пріоритетів. Отримавши статус країни з ринковою економікою, вступивши до Світової Організації Торгівлі та отримавши асоціацію з Євросоюзом, Україна опинилася перед необхідністю стрімкого перетворення майже усіх галузей народного господарства, у т.ч. будівельної. Особливістю будівельної галузі насамперед є дотримання нормативних положень при проектуванні та чітке виконання вимог щодо технології виготовлення та якості продукції будівельного призначення.

Єврокоди – це комплекс стандартів із проектування конструкцій, розроблених Європейським комітетом стандартизації (CEN) Комісії Європейської Співдружності (Великобританії, Нідерландів, Німеччини, Франції та інших країн) з початку 1990-х із метою охопити питання проектування несучих конструкцій. У 1990 р. вийшла перша редакція нормативного документа (Єврокод), у якому встановлено набір узгоджених технічних правил для проектування будівель і споруд. Мета Єврокоду – знайти на першому етапі альтернативу нормам різних країн, а потім, на другому, замінити їх. Після обговорення спільного документа усіма національними органами, відповідальними за нормування і стандартизацію, подальше удосконалення норм і підготовка їх остаточної редакції доручена Європейському комітету зі стандартизації, який розробив ряд норм і стандартів, що утворили загальноєвропейську систему вимог і рекомендацій щодо проектування будівельних конструкцій із різних матеріалів. Міжнародна організація з питань стандартизації ISO проголосила запровадження оцінки відповідності продукції за принципом «1+1+1», що означає «єдиний стандарт – єдиний метод випробувань – єдина процедура оцінки відповідності», який дозволяє об'єктивно оцінити якість продукції, в т.ч. будівельного призначення. Зіставлення систем нормативної документації України та ЄС наведено у таблиці 1.



А.С. Білик

доцент кафедри металевих і дерев'яних конструкцій Київського національного університету будівництва і архітектури, к.т.н., керівник інженерного центру УЦСБ



С.І. Білик

завідувач кафедри металевих і дерев'яних конструкцій Київського національного університету будівництва і архітектури, д.т.н., професор



Е.А. Ковалевська

провідний інженер-конструктор інженерного центру УЦСБ, м.т.н.

Таблиця 1

Національна система	Європейська система
Система ДБН та СНиП, що відносяться до промислових, громадських будівель, інших конструкцій, корозії тощо	Система Єврокодів на основі проектування, впливи та навантаження, на проектування різних конструкцій тощо
Система ДСТУ та ГОСТ у розвиток ДБН та СНиП	Система Євростандартів (EN) у розвиток Єврокодів

Особливості впровадження європейських норм проектування в Україні. Згідно з ДБН А.1.1-2:2004 [1], розроблення нормативних документів повинно ґрунтуватися на міжнародних чи регіональних стандартах, результатах науково-дослідних, дослідно-конструкторських, дослідно-технологічних, проектних робіт, патентних дослідженнях тощо та передбачати можливість досягнення консенсусу щодо положень нормативних документів. При цьому основним завданням стандартизації та нормування у будівництві повинно бути забезпечення заходів щодо гармонізації нормативних документів, що розробляються, із відповідними міжнародними (регіональними) стандартами [2].

В Україні основна частина європейських стандартів у галузі будівництва наразі пройшла процес гармонізації та була введена у дію з 1 липня 2014 р. у відповідності з ДБН А.1.1-94:2010 [3], затвердженим наказом Мінрегіонбуду № 523 від 16.12.2010 р. Згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 23 травня 2011 року № 547 «Про затвердження Порядку застосування будівельних норм, розроблених на основі національних технологічних традицій та будівельних норм, гармонізованих з нормативними документами Європейського Союзу» проектування за Єврокодами поширюється на нове будівництво та реконструкцію об'єктів, що відносяться до I, II, III та IV категорій складності. Протягом перехідного періоду в Україні, нарівні з європейськими, будуть діяти і вітчизняні будівельні норми на проектування. При цьому замовник будівництва має можливість самостійно вибрати і приймати рішення, за якими з нормативних документів здійснювати проектування всіх конструкцій будівлі. У проектній документації на один об'єкт не можуть одночасно застосовуватися будівельні норми, розроблені на основі національних технологічних традицій, та будівельні норми, гармонізовані із нормативними документами Європейського Союзу, у т.ч. і нормативні вимоги з навантажень і впливів повинні мати одну систему коефіцієнтів надійності, що і вимоги із перевірки міцності та стійкості конструкцій та їх елементів.

Гармонізовані документи видані з позначенням ДСТУ-Н Б EN 1991 – BS EN 1999 та ДСТУ-Н Б В.1.2-13:2008 (EN 1990). Більшість із них складаються із ряду «частин» та національних додатків, яким імплементується документ СЕН. Кожна країна (Національний орган із стандартизації) реалізує Єврокод або відповідну частину Єврокоду як Національний стандарт, опублікувавши перекладений (ідентичний) текст або схваливши одну з 3 мовних версій (англійську, німецьку, французьку).

Національний стандарт, який впроваджує Єврокод, має складатися з національної титульної сторінки, національної передмови, тексту Єврокоду і національного додатка. Національний додаток публікується від імені і з дозволу національних компетентних органів влади і містить параметри, які призначаються за встановленою процедурою і враховують особливості географічних і кліматичних умов, засобів життя, встановлюваних рівнів безпеки.

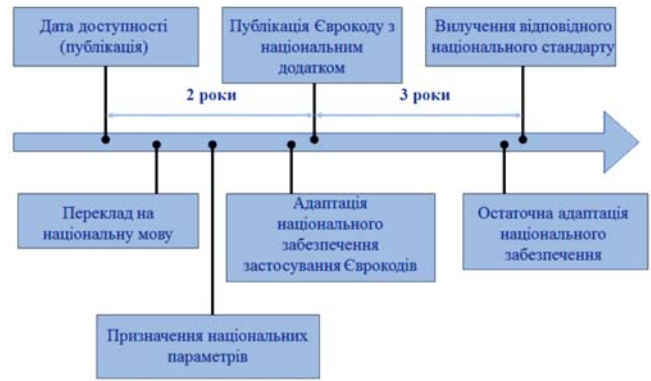


Рис. 1. Процедура впровадження Єврокодів в Україні

СТРУКТУРА ЄВРОКОДІВ			
10 розділів, 58 Євростандартів			
ДБН А.1.1-94:2010 «Проектування будівельних конструкцій за Єврокодами»			
ДСТУ-Н	EN 1990	Основи проектування конструкцій	1
ДСТУ-Н	EN 1991	Навантаження та впливи	10
ДСТУ-Н	EN 1992	Залізобетонні конструкції	4
ДСТУ-Н	EN 1993	Металеві конструкції	20
ДСТУ-Н	EN 1994	Сталезалізобетонні конструкції	3
ДСТУ-Н	EN 1995	Дерев'яні конструкції	3
ДСТУ-Н	EN 1996	Кам'яні конструкції	4
ДСТУ-Н	EN 1997	Геотехнічне проектування	2
ДСТУ-Н	EN 1998	Проектування сейсмостійких конструкцій	6
ДСТУ-Н	EN 1999	Алюмінієві конструкції	5

Проектування металевих конструкцій: 36 Євростандартів, 5 Єврокодів

Рис. 2. Структура Єврокодів

Основними базовими документами при розрахунку сталевих конструкцій є ДСТУ-Н Б В.1.2-13:2008 (EN 1990) Єврокод: «Основи проектування конструкцій», ДСТУ-Н Б EN 1991, Єврокод 1: Дії на конструкції та Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій [4–6].

Структура Єврокоду 3 «Сталеві конструкції»

Проектування	
Загальні правила проектування	Мости
Розрахунки на вогнестійкість	Башти і вишки
Холодноформовані елементи	Димові труби
Нержавіюча сталь	Силоси
Пластинчасті елементи	Резервуари
Міцність і надійність оболонок	Трубопроводи
Пластинчасті елементи при навантаженнях поза площею	Палі
Проектування з'єднань	Підкранові конструкції
Довговічність	
Властивості тріщиностійкості і міцності матеріалу в напрямку товщини прокату	
Конструкції з розтягнутими елементами	
Додаткові правила до сталевих конструкцій із сталей класів вище S700	

Слід зазначити, що існуючі в Україні національні норми із проектування сталевих конструкцій ДБН В 2.6-163:2010 «Сталеві конструкції» (2011–2014) та їх оновлена редакція ДБН В 2.6-198:2014 «Сталеві конструкції. Норми проектування», що набули чинності з 1 січня 2015 р., містять багато положень, що певною мірою гармонізовані із європейськими нормами. Це стосується введення трьох класів перерізів за напружено-деформованим станом, кривих стійкості тощо. Проте варто зазначити детальніше найголовніші відмінності проектування згідно з Єврокодом 3 [7] та національними нормами:

1. Через використання точних, апроксимаційних, базованих на експериментах теоретичних моделей, Єврокоди орієнтовані в основному на комп'ютерні, а не ручні методи розрахунку. На практиці у Європі широко використовуються пакети прикладних програм, що скорочують рутинні операції. В нашій країні також розробляється спеціалізоване ПЗ, але воно у більшій мірі застосовується на практиці для визначення напружено-деформованого стану конструкцій і орієнтоване на національну нормативну базу.

2. В залежності від характеру роботи конструкції, у європейських нормах закладена необхідність урахування геометричної та фізичної нелінійності. Як правило, при статичному розрахунку найбільш часто враховується геометрична нелінійність. При використанні сучасних програмних комплексів на рівні статичного або динамічного розрахунку є можливість врахування фізичної та геометричної нелінійності.

3. При статичному розрахунку Єврокоди вимагають враховувати теоретичні початкові недосконалості системи двома шляхами: 1 – моделювання системи з геометричними відхиленнями; 2 – задавання моделюючих недосконалості еквівалентних зусиль. На практиці рекомендується застосовувати другий підхід.

4. Поперечні перерізи елементів за напружено-деформованим станом розподіляються на 4, а не 3 класи як у національному ДБН. Процес визначення класу перерізів по суті є перевіркою можливості втрати місцевої стійкості частин перерізу.

Клас 1 – поперечні перерізи, у яких може утворюватися повний пластичний шарнір без зниження несучої здатності від втрати місцевої стійкості.

Клас 2 – поперечні перерізи, у яких можуть утворюватися часткові пластичні деформації, обмежені внаслідок втрати місцевої стійкості.

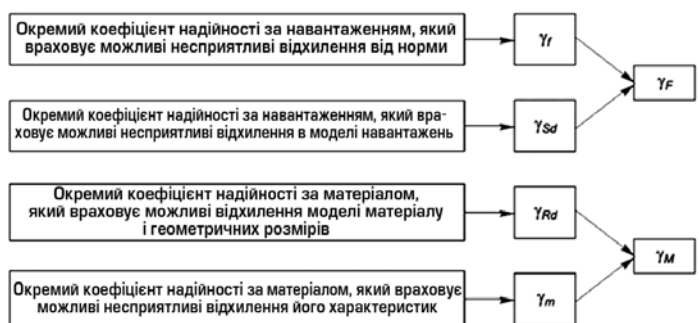
Клас 3 – поперечні перерізи, які працюють у пружній області, а напруження досягають межі текучості тільки у крайніх волокнах. Пластичні деформації у перерізах 3 класу не розвиваються внаслідок втрати місцевої стійкості.

Клас 4 – поперечні перерізи, у яких втрата місцевої стійкості у одній або кількох ділянках перерізу настає до досягнення текучості.

До конструкцій 4 класу в основному відносяться легкі тонкостінні елементи, балки і колони з гофрованою стінкою, балки і колони з гнучкою стінкою, а також деякі інші типи конструкцій. Незважаючи на втрату місцевої стійкості, в залежності від техніко-економічного обґрунтування та навантаження на конструктивну систему, вони можуть конкурувати з іншими типами конструкцій.

Для більшості конструкцій при використанні традиційної технології виготовлення сталевих конструкцій намагаються компонувати профілі таким чином, щоб вони підпадали під перші два класи. Клас перерізу у свою чергу визначає тип розрахунку елемента та систему формул, що при цьому застосовуються.

5. Система часткових коефіцієнтів надійності за матеріалом, умовами роботи, навантаженнями тощо у ДБН фактично відповідає Єврокодам. Однак, у загальному випадку, Єврокоди зводять їх до приведених коефіцієнтів надійності за навантаженнями та несучою здатністю:



6. У Єврокодах відсутні обмеження за гнучкістю та переміщеннями елементів, що віднесено до сфери визначення національних додатків. Національний додаток України визначає обмеження за переміщеннями відповідно до чинного ДСТУ Б В 1.2.3:2006 «Прогини та переміщення».

7. У Єврокодах основною геометричною характеристикою зварних швів є не катет шва, а його висота (перпендикуляр з вершини умовного перерізу шва до гіпотенузи). Також немає розділення перевірки міцності зварного шва за металом шва та межею зплавлення. Фактично вважається, що межа зплавлення та метал шва рівноміцні, а руйнування може відбутися тільки за металом шва.

8. У Єврокодах до основних перевірок болтових з'єднань додана перевірка на відрив частини перерізу.

Зазначені відмінності між національними та європейськими нормами не є фундаментальними, вони пов'язані, насамперед, із різним обсягом наукових досліджень, що стали основою для стандартів, традиційністю галузі, точністю виготовлення металоконструкцій, рівнем нормування та контролю якості виробництва.

Ефективність застосування Єврокоду 3. З метою порівняння ефективності проектування за європейськими нормами проведений порівняльний розрахунок конструкцій покриття згідно з ДБН 2.6-198:2014 і Єврокодом 3.

Таблиця 2

Специфікація перерізів елементів та зварних швів при розрахунку

Елемент	Стержні	За європейськими нормами					За національними нормами				
		Переріз	Розмір швів, мм				Переріз	Розмір швів, мм			
			по обушку		по перу			по обушку		по перу	
			k_f , об	l_w , об	k_f , п	l_w , п		k_f , об	l_w , об	k_f , п	l_w , п
Верхній пояс	1	2L125*16	10	150	6	100	2L160*10	5	40	5	40
	2	2L125*16	10	150	6	100	2L160*10	10	250	8	200
	3	2L125*16	10	150	6	100	2L160*10	10	250	8	200
	4	2L125*16	10	150	6	100	2L180*11	10	250	8	200
	5	2L125*16	10	150	6	100	2L180*11	10	250	8	200
	6	2L125*16	10	150	6	100	2L180*11	10	250	8	200
	7	2L125*16	10	150	6	100	2L180*11	10	250	8	200
	8	2L125*16	10	150	6	100	2L160*10	10	250	8	200
	9	2L125*16	10	150	6	100	2L160*10	10	250	8	200
	10	2L125*16	10	150	6	100	2L160*10	5	40	5	40
Нижній пояс	11	2L100*10	10	150	6	110	2L80*7	8	130	5	90
	12	2L100*10	10	150	6	110	2L140*10	10	240	6	180
	13	2L100*10	10	150	6	no	2L140*10	10	300	6	230
	14	2L100*10	10	150	6	110	2L140*10	10	240	6	180
	15	2L100*10	10	150	6	110	2L80*7	8	130	5	90
Розкоси	16	2L125*9	8	100	6	60	2L140*10	10	160	6	140
	17	2L70*6	6	100	4	70	2L90*7	8	150	5	110
	18	2L100*10	6	80	4	50	2L110*8	8	110	5	80
	19	2L70*6	6	100	4	80	2L90*7	8	70	5	50
	20	2L100*10	6	80	4	50	2L90*7	5	50	5	40
	21	2L100*10	6	80	4	50	2L90*7	5	50	5	40
	22	2L70*6	6	100	4	80	2L90*7	8	70	5	50
	23	2L100*10	6	80	4	50	2L110*8	8	110	5	80
	24	2L70*6	6	100	4	70	2L90*7	8	150	5	110
	25	2L125*9	8	100	6	60	2L140*10	10	160	6	140
Стояки	26	2L63*6	4	40	4	30	2L70*7	5	60	5	40
	27	2L63*6	4	40	4	30	2L70*7	5	60	5	40
	28	2L63*6	4	40	4	30	2L70*7	5	60	5	40
	29	2L63*6	4	40	4	30	2L70*7	5	60	5	40
	30	2L63*6	4	40	4	30	2L70*7	5	60	5	40
	31	2L63*6	4	40	4	30	2L70*7	5	60	5	40

Норми часу на виконання зварювальних робіт

Розрахунок за європейськими нормами				Розрахунок за українськими нормами			
Катет шва, мм	Загальна довжина шва, м	Норма часу на 10 м.п.	Загальна норма часу на виріб	Катет шва, мм	Загальна довжина шва, ч	Норма часу на 10 м.п.	Загальна норма часу на виріб
4	1,84	1,5	0,276	4	3	2,3	0,69
6	4,78	3,3	1,5774	6	1,74	3,3	0,5742
3	0,4	4,6	0,184	3	4,52	4,6	2,0792
10	4,5	1,5	0,675	10	6,2	1,5	0,93
Разом	11,52		2,7124	Разом	15,46		4,2734

Робота здійснена в рамках діяльності УЦСБ та кафедри МК КНУБА. Було прийнято стандартну промислову будівлю із покриттям по фермах із парних кутиків прогоном 30 м у м. Києві, проектний термін експлуатації 50 років, клас наслідків СС2. Було зібрано навантаження, визначено зусилля, підбрано перерізи елементів із парних кутиків та довжини і розміри зварних швів (табл. 2).

Окрім матеріалоемності та параметрів швів, за укрупненими нормами часу було обчислено трудомісткість виконання зварюваль-

них робіт при виробництві відправної марки ферми (табл. 3).

У результаті порівняння розрахунків за Єврокодом та за ДБН встановлено, що у першому випадку маса ферми менша на 8 % (3599 кг проти 3909 кг); загальна довжина швів на ферму скоротилась на 25,5 %; витрати електродів скоротилась на 34,9 %. Також за рахунок зменшення довжини зварних швів та використання менших катетів швів вдалось досягти скорочення витрати часу на 36,5 % у порівнянні з чинними нормами.

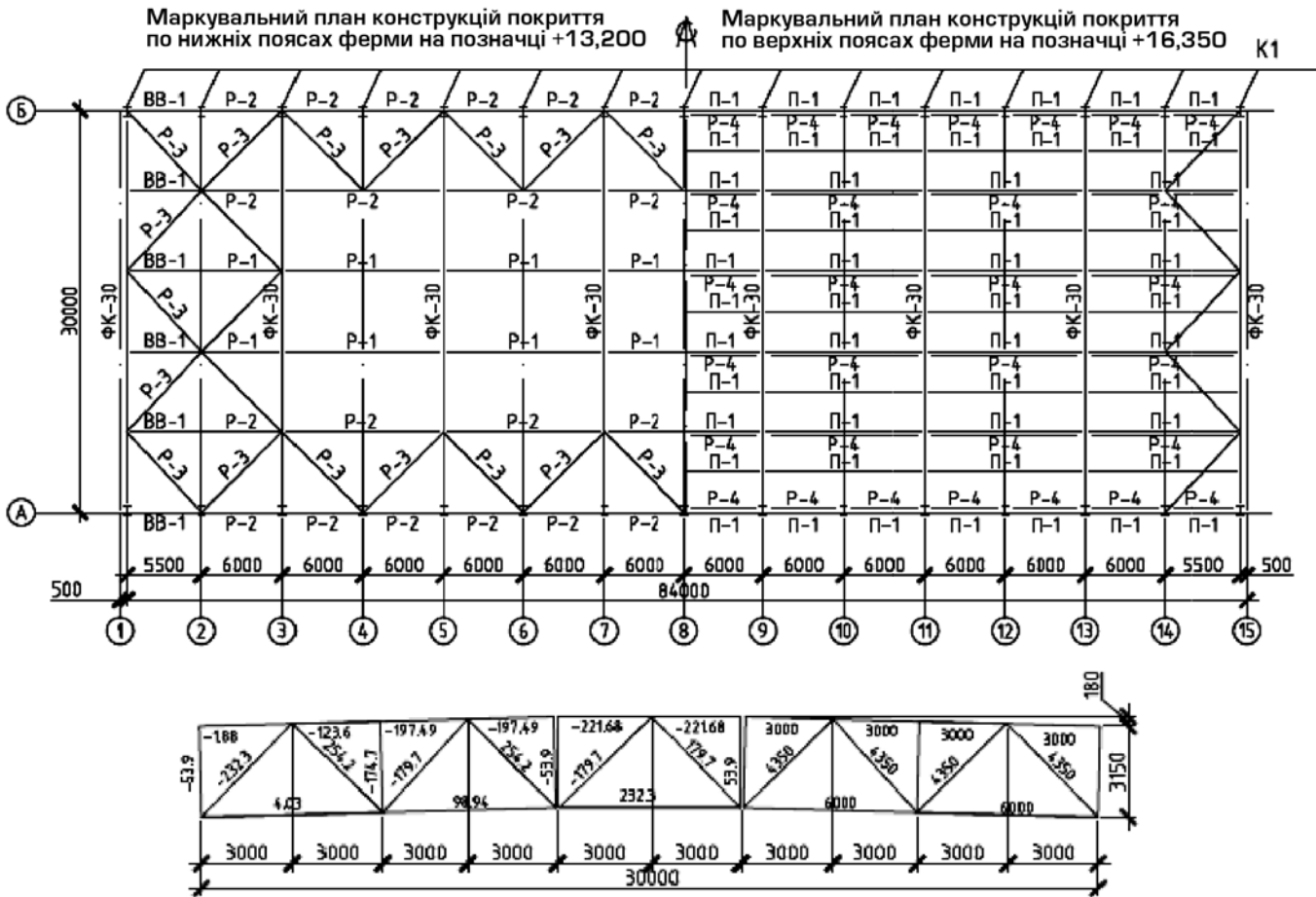


Рис. 3. Маркувальний план по верхніх та нижніх поясах ферм покриття та монтажна геометрична схема ферми

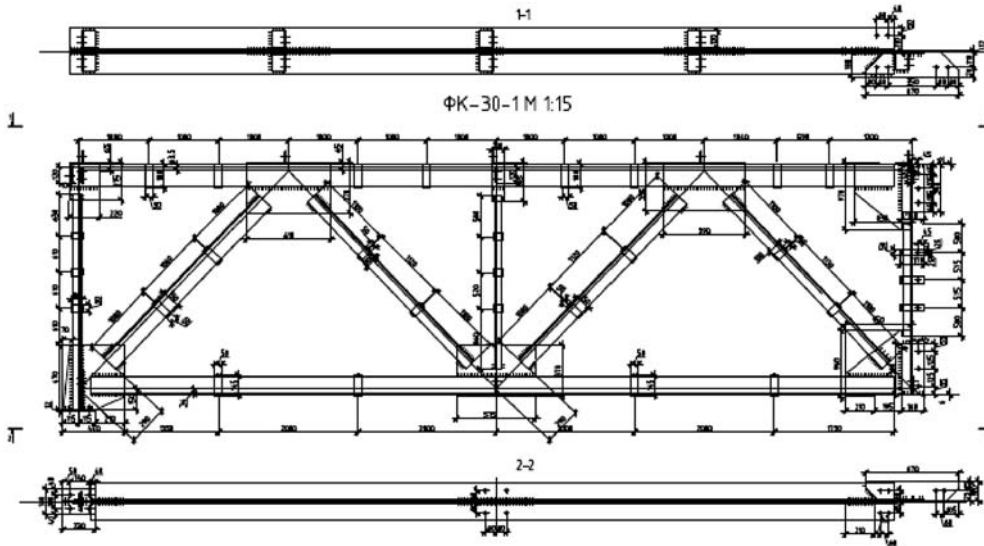


Рис. 4. Відправний елемент ферми

Важливо, що зазначена економічність досягається без зниження надійності. При цьому слід пам'ятати, що система коефіцієнтів безпеки та навантаження для розрахунку мають бути прийняті відповідно до інших Єврокодів, імплементованих в Україні, із відповідними національними додатками, а одночасне використання різних норм в одному проекті не дозволяється.

Висновки. Український Центр Сталевого Будівництва проводить послідовну діяльність із впровадження кращих світових практик проектування і застосування сталевих конструкцій. Так, зокрема, вже здійснено низку системних кроків для впровадження європейських норм: видано чотири [8–11] і підготовлено до друку два посібники із проектування відповідно до імплементованих європейських норм у частині проектування сталевих прокатних, зварних і тонкостінних конструкцій, а також вогнезахисту; проведено ряд семінарів та популяризаційних заходів з метою підвищення кваліфікації інженерів, ознайомлення їх із сучасними нормами та прикладами проектування тощо.

Очевидно надання чинності базисним європейським документам у галузі проектування сталевих конструкцій є значним поступом, на що багатьом державам знадобилися десятиріччя. Введення норм і перехід на них при проектуванні не викликає в основному надлишкових витрат, окрім як на освітні курси інженерного складу.

Зазначимо, що впровадження норм не замінє вітчизняного розвитку науки щодо металобудівництва, а, навпаки, сприяє інтеграції віт-

чизняної науки у європейський інформаційний простір – найбільш наукоємну систему в світі. Це стимулює вихід технології виготовлення і монтажу конструкцій на нові рівні якості. Для багатьох специфічних областей проектування металоконструкцій мають бути проведені відповідні експерименти, підведена теоретична підоснова, що враховує національні особливості сталей, профілів,

монтажних допусків тощо при проектуванні. Із європейськими нормами проектувальник отримує замкнений апарат керування надійністю та контролю довговічності будівлі. Знання Єврокодів підвищує конкурентоспроможність та привабливість українських компаній для іноземних інвесторів.

Одним із бар'єрів на шляху до масового застосування нових норм є те, що система Єврокодів цілісно спирається на систему євростандартів, багато з яких ще не імплементовано в Україні, а аналогів національних документів немає. Також не слід забувати про інерціальність проектної галузі при впровадженні нових норм. Тут слід зазначити, що створити відповідні умови і стати мотиватором для впровадження європейських норм та систем якості має держава, виступаючи ефективним замовником та прокладаючи шлях для приватного сегмента на зовнішні ринки.

Українським Центром Сталевого Будівництва заплановано також наступні дії щодо впровадження Єврокодів:

- Подальше створення системи методичних рекомендацій щодо роботи з Єврокодами та затвердження їх як офіційних посібників до відповідних частин норм.
- Проведення для проектувальників практичних навчальних семінарів на системній постійній основі.
- Подальша гармонізація євростандартів, внесення пропозицій щодо планів, складу національних додатків через ТК 301 та інші інструменти.

- Демонстрація кращих практик проектування відповідно до Єврокодів, написання статей, розгляд кейсів.
- Впровадження технологій мінімізації витрат на вогнезахист сталевих конструкцій.
- Стимулювання зовнішньоекономічної діяльності, вироблення дорожніх карт доступу та виходу українського проектування та металобудівництва на ринки європейських країн.
- Організація освітніх заходів, конференцій тощо для учасників галузі.

Для науковців і проектувальників подальші наукові дослідження і впровадження сучасних стандартів у проектування концентруються за такими напрямками:

- Подальше порівняння техніко-економічних показників різних типів конструкцій каркасів будівель і споруд, які розраховані за різними нормативними підходами. Це відкриває можливість підвищити конкурентоспроможність конструктивних рішень сталевих конструкцій.
- Впровадження нових типів сталевих конструкцій, високотехнологічних при виготовленні, адаптація методик розрахунку та існуючих нормативних документів до сучасних конструктивних рішень.
- Впровадження нових конструктивних рішень систем каркасів будівель і споруд із покращеними експлуатаційними властивостями, які забезпечують підвищену живучість конструкцій та вогнестійкість. Моделювання процесів живучості та вогнестійкості конструкцій.
- Використання нових марок сталі, в т.ч. із надвисокою міцністю.

- Проведення і розвиток наукових досліджень з метою визначення впливу недосконалої виготовлення конструкцій на напружено-деформований стан. Визначення впливу на стійкість і міцність конструктивних ексцентриситетів для кожного із класів конструкцій.
- Проведення наукових досліджень із метою встановлення запасів міцності і стійкості конструкцій при розрахунку із урахуванням фізичної і геометричної нелінійності роботи конструкцій. Узагальнення впливу фізичної і геометричної нелінійностей конструкцій при проектуванні різних конструкцій.
- Визначення дійсних коефіцієнтів надійності конструкцій в залежності від її класу і типів при використанні технологічних можливостей для різних типів конструкцій.

Україна повинна керуватися насамперед двома концепціями гармонізації – зваженість та доцільність. Це пов'язано із специфікою металевих конструкцій. Зокрема норми нерозривно пов'язані із технологією виготовлення металоконструкцій. Тому гармонізація норм повинна супроводжуватися переоснащенням основних виробничих фондів у галузі виробництва металопрокату [12]. Події останнього часу довели, що країни ЄС єдині з Україною у поглядах вирішення енергетичних та оборонних проблем. Але так само нагальними є питання європейської колективної безпеки, єдиної системи енергозабезпечення, системи розподілу ресурсів та економічного простору, а також питання узгодженого нормативного простору у будівництві.

[1] ДБН А.1.1-2:2004 Правила розроблення нормативної документації – К.: 2004.

[2] ДБН А.1.1-1:2004 Мета і основні завдання стандартизації та нормування у будівництві. – К.: 2004

[3] ДБН А.1.1-94:2010 Проектування будівельних конструкцій за Єврокодами. Основні положення. Чинний з 01.07.2014.

[4] ДСТУ-Н Б В.1.2-13:2008 (EN 1990) Єврокод: «Основи проектування конструкцій» Чинний із 01.07.2014.

[5] ДСТУ-Н Б EN 1991, Єврокод 1: Дії на конструкції Чинний з 01.07.2014.

[6] ДБН В.2.6-163:2010 «Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу». Мінрегіон, К: Сталь – 127 с.

[7] Eurocode 3: Design of steel structures. EN 1993-1-3: 2004. CEN. 2004.

[8] Н. Беляев, А. Бильк, Д. Браун, М. Бретл. Расчет стальных конструкций зданий в соответствии с Еврокодом 3 и национальными приложениями Украины УЦСБ 2014 – 97с.

[9] К. Калафат, А. Бильк, Н. Беляев, Э. Ковалевская. Расчет огнестойкости стальных конструкций и проектирование огнезащиты в соответствии с Еврокодом 3 и национальными приложениями Украины УЦСБ 2014 – 83 с.

[10] Семко В. Расчет несущих и ограждающих конструкций из стальных холодноформованных профилей в соответствии с Еврокодом 3 УЦСБ 2015 – 143 с.

[11] Н. Беляев, А. Бильк, С. Бильк, Э. Уей, М. Хейвуд. Расчет элементов из стальных холодноформованных профилей в соответствии с Еврокодом 3 УЦСБ 2015 – 99 с.

[12] CONSLEG: 1989LO106 - UA - 20.11.2003 - 002.001 – 3

Надійшла 13.05.2015 р.

ОСНОВЫ ОГНЕЗАЩИТЫ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Темпы и объемы современного строительства, особенно в густонаселенных урбанистических районах, диктуют основные требования к строящимся объектам – скорость, прочность и красота. Использование в строительстве стальных конструкций в полной мере отвечает этим требованиям, а возведение зданий и сооружений из металла имеет оправданную историю и в современном строительстве подтверждается образцами высокого дизайна, функциональности и быстровозводимости.

Однако, при всех своих достоинствах и преимуществах, в условиях пожара металл быстро теряет свою прочность, что в конечном итоге может привести к потере несущей способности конструкций вплоть до разрушения зданий. Поэтому применение стальных конструкций в строительстве сопровождается необходимостью их огнезащиты для повышения предела огнестойкости с соблюдением ряда требований пожарной безопасности. Строительные конструкции должны проектироваться и возводиться так, чтобы в случае возникновения пожара:

- несущая способность строительных конструкций сохранялась на протяжении определенного промежутка времени;
- появления и распространения огня и дыма внутри строительного объекта были ограниченными;
- было ограничено распространение пожара на соседние строительные объекты;
- люди могли покинуть объект или могли быть спасены другим способом;
- учитывалась безопасность пожарно-спасательных подразделений [1, 2].

Предел огнестойкости стальных конструкций. Отражением требований национальных регламентов и европейских директив относительно пожарной безопасности является предел огнестойкости стальных конструкций [3], который определяется временем (в минутах) от начала огневого испытания конструкции по стандартному температурному режиму до наступления одного из предельных состояний конструкции, а именно потерей: несущей способности (R); целостности (E); теплоизолирующей способности (I).



Л.Н. Вахитова

эксперт по вопросам огнезащиты Украинского Центра Стального Строительства, старший научный сотрудник ИнФОРУ НАН Украины



К.В. Калафат

руководитель комитета огнезащиты Украинского Центра Стального Строительства, директор регионального испытательного центра «Донстройтест»

Предел огнестойкости является классификационной характеристикой стальных конструкций, определяющей область их применения. Нормируемые значения пределов огнестойкости конструкций и противопожарных преград определяются в соответствии с ДБН В.1.1-7-2002 [4]:

- для колонн, балок, ферм, арок и других стержневых конструкций, а также элементов лестниц (маршей, площадок) – R ;
- для элементов покрытий – R, E ;
- для наружных ненесущих стен и остекления – E ;
- для ненесущих внутренних стен (перегородок) – E, I ;
- для перекрытий, несущих и самонесущих стен – R, E, I .

Предел огнестойкости конструкций определяется результатами огневого испытания по национальным стандартам на методы испытаний строительных конструкций и изделий на огнестойкость: ДСТУ Б В.1.1-4-98* [3], ДСТУ Б В.1.1-13:2007 [5], ДСТУ Б В.1.1-14:2007 [6] и ДСТУ Б В.1.1-17:2007 [7]. В них подробно изложены требования к методам испытаний конструкций в условиях номинальных режимов развития пожара.

Расчетные методы определения предела огнестойкости стальных конструкций представлены в Еврокоде 3 – ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010 [8], а подробные пояснения и рекомендации относительно проектирования огнезащиты сталь-

Конструктивные характеристики зданий в зависимости от их степени огнестойкости

Степень огнестойкости здания	Конструктивные характеристики
I, II	Здания с несущими и ограждающими конструкциями из естественных или искусственных каменных материалов, бетона, железобетона с применением листовых и плитных негорючих материалов
III	Здания с несущими и ограждающими конструкциями из естественных или искусственных каменных материалов, бетона, железобетона. Для перекрытий разрешается применять деревянные конструкции, которые защищены штукатуркой или негорючими листовыми, плитными материалами, или материалами групп горючести Г1, Г2 ¹⁾ . К элементам покрытий не предъявляются требования по пределу огнестойкости, распространению огня, при этом элементы чердачного покрытия из древесины должны иметь огнезащитную обработку
IIIa	Здания преимущественно с каркасной конструктивной схемой. Элементы каркаса – из металлических незащищенных конструкций. Ограждающие конструкции – из металлических профилированных листов или других негорючих листовых материалов с негорючим утеплителем или утеплителем групп горючести Г1, Г2
IIIб	Здания преимущественно одноэтажные с каркасной конструктивной схемой. Элементы каркаса – из древесины, которая подверглась огнезащитной обработке. Ограждающие конструкции выполняются с применением древесины или материалов на ее основе. Древесина и другие материалы группы горючести Г3, Г4 ограждающих конструкций должны быть подвергнуты огнезащитной обработке или защищены от воздействия огня и высоких температур
IV	Здания с несущими и ограждающими конструкциями из древесины или других материалов группы горючести Г2–Г4, защищенных от воздействия огня и высоких температур штукатуркой или другими листовыми, плитными материалами. Элементам покрытий не предъявляются требования по пределу огнестойкости и пределу распространения огня, при этом элементы чердачного покрытия из древесины должны иметь огнезащитную обработку
IVa	Здания преимущественно одноэтажные с каркасной конструктивной схемой. Элементы каркаса – из металлических незащищенных конструкций. Ограждающие конструкции – из металлических профилированных листов или других негорючих материалов с утеплителем групп горючести Г3, Г4
V	Здания, к несущим и ограждающим конструкциям которых не предъявляются требования по пределу огнестойкости и пределу распространения огня

¹⁾ Горючесть строительных материалов (Г) с отнесением их к соответствующей группе определяют по [10].

ных конструкций по Еврокоду содержатся в публикации «Расчет огнестойкости стальных конструкций и проектирование огнезащиты в соответствии с Еврокодом 3 и национальными приложениями Украины» [9], выпущенной под эгидой Украинского Центра Стального Строительства.

Расчет огнестойкости включает следующие этапы:

- выбор возможных расчетных сценариев пожара;
- определение соответствующих проектных сценариев пожаров;
- расчет повышения температуры в конструкциях (теплотехнический расчет);
- расчет механических характеристик конструкций в условиях пожара (статический расчет).

Использование методик расчета огнестойкости строительных конструкций согласно части 1–2 Еврокода 3 возможно при условии, что весь объект в целом проектируется согласно имплементированным в Украине европейским строительным нормам. При этом принятая расчетная схема конструкции должна отражать ожидаемое поведение конструкции в условиях пожара.

Степень огнестойкости зданий. Согласно ДБН В.1.1-7-2002 все здания и сооружения подразделяются на восемь степеней огнестойкости (табл. 1), которые устанавливаются в зависимости от назначения, категории по взрывопожарной и пожарной опасности здания, его высоты (этажности), площади этажа в пределах противопожарного отсека.

Различные степени огнестойкости зданий классифицируют в зависимости от пределов огнестойкости примененных строительных конструкций и элементов, в соответствии с таблицей 2.

Для соблюдения требований по минимальным значениям классов огнестойкости стальных конструкций проводят огнезащитную обработку конструкций. Наиболее подробно процедура огнезащиты представлена в НАПБ Б.01.012-2007 [11], где содержатся основные требования относительно проектирования, выполнения и приемки работ по огнезащитной обработке строительных конструкций, а также требования касающиеся приобретения огнезащитных средств и содержания огнезащитного покрытия. В Правилах [11] рассмотрены следующие этапы процедуры огнезащиты:

Таблица 2

Минимальные значения классов огнестойкости строительных конструкций (*R, E, I*, мин) и максимальные значения пределов распространения огня по ним (*M*)¹⁾

Степень огнестойкости здания	Стены				Колонны	Лестничные площадки, косозуры, лестницы, балки, марши, лестничных клеток	Перекрытия междуэтажные (в т.ч. чердачные и над подвалами)	Элементы совмещенных покрытий	
	несущие и лестничных клеток	само-несущие	внешние несущие	внутренние несущие (перегородки)				плиты, настилы, прогоны	балки, фермы, арки, рамы
I	REI 150 MO	REI 75 MO	E 30 MO	EI 30 MO	R 150 MO	R 60 MO	REI 60 MO	RE 30 MO	R 30 MO
II	REI 120 MO	REI 60 MO	E 15 MO	EI 15 MO	R 120 MO	R 60 MO	REI 45 MO	RE 15 MO	R 30 MO
III	REI 120 MO	REI 60 MO	E 15, MO E 30, M1	EI 15 M1	R 120 MO	R 60 MO	REI 45 M1	Не нормируются	
IIIa	REI 60 MO	REI 30 MO	E 15 M1	EI 15 M1	R 15 MO	R 60 MO	REI 15 MO	RE 15 M1	R15 MO
IIIб	REI 60 M1	REI 30 M1	E 15, MO E 30, M1	EI 15 M1	R.60 M1	R 45 MO	REI 45 M1	RE 15, MO RE 30, M1	R 45 M1
IV	REI 30 M1	REI 15 M1	E15 M1	EI 15 M1	R 30 M1	R 15 M1	REI 15 M1	Не нормируются	
IVa	REI 30 M1	REI 15 M1	E 15 M2	EI 15 M1	R 15 MO	R 15 MO	REI 15 MO	RE 15 M2	R 15 MO
V	Не нормируются								

¹⁾ Пределы огнестойкости самонесущих стен, которые учитываются при расчетах жесткости и устойчивости здания, принимают как для несущих стен; *M* – показатель способности строительной конструкции распространять огонь [4].

- проектирование огнезащитной обработки;
- требования к регламенту и проекту работ по огнезащите;
- способы и выполнение огнезащитной обработки конструкций;
- порядок приобретения и использования огнезащитных средств;
- порядок приемки работ по огнезащитной обработке;
- условия эксплуатации и содержания огнезащитного покрытия.

Практические рекомендации по поэтапному проведению процедуры огнезащиты стальных конструкций, а также по применению средств и способов огнезащиты представлены в публикации [12], где процесс противопожарной защиты металлоконструкций рассмотрен с позиции национальных нормативных и регламентирующих документов.

Средства и способы огнезащиты стальных конструкций. Способы огнезащиты делятся на две основные группы – активные и пассивные.

Активные способы представляют собой адресно-аналоговые системы пожарной организации: пожарные сигнализации, автоматические системы пожаротушения – водные сплинклер-

ные установки и системы автоматического дымоудаления.

Пассивные способы заключаются в повышении предела огнестойкости стальных конструкций путем использования средств огнезащиты:

- теплоизоляционные огнезащитные покрытия – огнезащитные покрытия (облицовки), которые не изменяют своей физической формы во время нагрева и обеспечивают огнезащиту благодаря физическим или тепловым свойствам;
- реактивные огнезащитные покрытия – покрытия, которые при тепловом воздействии в результате химических реакций существенно увеличиваются в толщине и изменяют форму (вспучиваются), обеспечивая огнезащиту за счет теплоизолирующего эффекта.

К наиболее распространенным материалам, используемым при пассивном способе огнезащиты, относятся конструктивные огнезащитные материалы (плиты, сегменты, скорлупы, керамические каменные изделия, блоки и т.д.), огнезащитные штукатурные смеси и тонкослойные реактивные покрытия интумесцентного (вспучивающегося) типа.

Огнезащитные плиты и листовые волокнистые материалы в силу своих высоких теплоизоляционных, декоративных, экологических и эксплуатационных характеристик завоевывают все более высокие позиции в практике огнезащиты.

Класс огнестойкости стальных конструкций, достигаемый при применении огнезащитных плит, может составлять до R300.

Огнезащитные сухие строительные смеси (штукатурки) представляют собой, как правило, цементно-вермикулитовый состав с комплексом специальных добавок, который образует покрытие с высокой адгезионной способностью к металлическим поверхностям и относительно низкой плотностью (400–600 кг/м³). Состав поставляется в виде сухой строительной смеси, которая после добавления воды наносится на поверхность металлоконструкций механизированным способом. Получаемые покрытия имеют толщину 10–50 мм в зависимости от требуемого класса огнестойкости, который может достигать R240.

Реактивные покрытия представлены двумя основными группами покрытий: интумесцентные полифосфатные составы, составы на основе терморасширяющегося графита. Эти средства огнезащиты называют тонкослойными интумесцентными (вспучивающимися, терморасширяющимися) составами. Тонкослойные покрытия обеспечивают класс огнестойкости R60 для приведенной толщины металла $\delta_{пр} \geq 4$ мм, R90 для $\delta_{пр} \geq 12$ мм. В европейских странах используются покрытия интумесцентного типа, которые имеют огнезащитную эффективность до R120.

Толщина конкретного средства огнезащиты зависит от требуемого согласно нормативной документации значения предела огнестойкости и от коэффициента сечения стальных элементов.

В таблице 3 приведены сравнительные характеристики наиболее распространенных средств пассивной огнезащиты, которые могут служить ориентиром при выборе огнезащитного материала для обеспечения требуемых классов огнестойкости с учетом конфигурации защищаемых стальных конструкций, требований экологического и эстетического плана, а также условий эксплуатации.

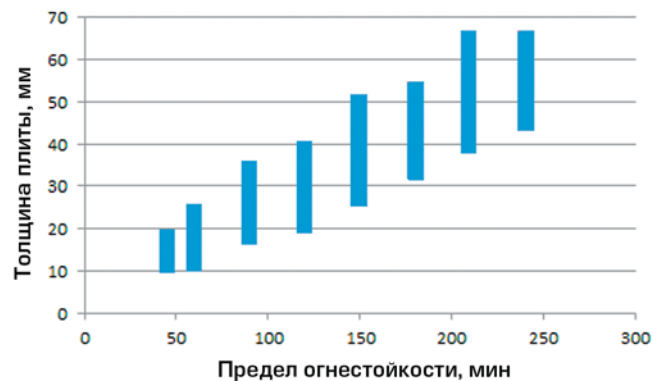


Рис. 1. Диапазон толщин огнезащитной плиты (мм) для классов огнестойкости R45–R240 для колонн и балок с приведенной толщиной δ 3,4–20,0 мм (A_m/V 290–50 м⁻¹) (по данным сертификатов соответствия огнезащитных плит «Promatect-L500», «Эндотерм 210104»)

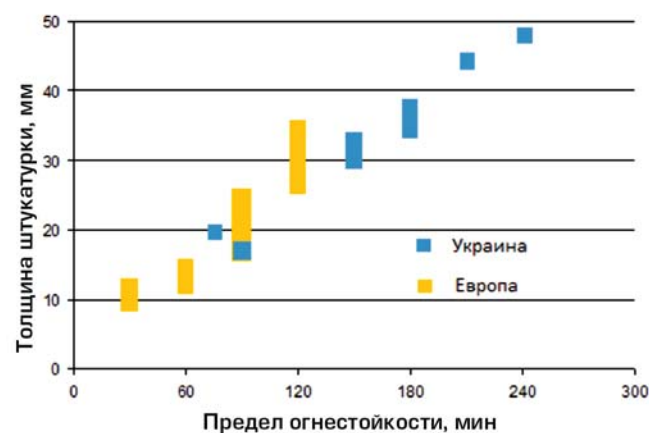


Рис. 2. Диапазон толщин огнезащитной штукатурки (мм) для классов огнестойкости R30–R240 для колонн и балок с приведенной толщиной δ 3,4–6,95 мм (A_m/V 290–140 м⁻¹) Украина – по данным сертификатов соответствия огнезащитных штукатурок «Эндотерм 210104», «Неоспрей»; Европа – по материалам Steel Buildings in Europe. Multi-Storey Steel Buildings. Part 6: Fire Engineering)

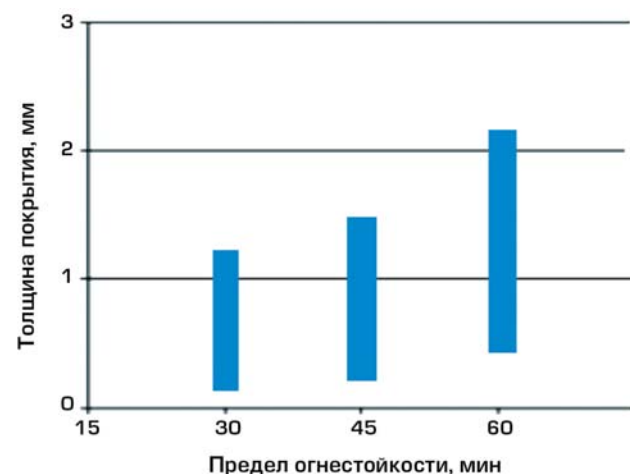


Рис. 4. Диапазон толщин интумесцентного покрытия (мм) для классов огнестойкости R30–R60 для колонн и балок с приведенной толщиной δ 2,8–15,0 мм (A_m/V 360–70 м⁻¹) (по данным сертификатов соответствия интумесцентных покрытий, разрешенных к применению в Украине)

Таблиця 3

Основные характеристики и области применения способов огнезащиты с учетом их особенностей

Характеристика	Огнезащитные штукатурки	Огнезащитные плиты	Краски интумесцентного типа
Класс огнестойкости	до R240	до R300	до R90
Условия эксплуатации по ETAG 018 ¹⁾	Y, Z1, Z2	X, Y, Z1, Z2	Z1 (с защитным покрытием), Z2
Коэффициент дымовыделения, м ² /г	0,5 – 1	0,5 – 1	500 – 700
Преимущества	Высокий предел огнестойкости, низкая стоимость материала, экологичность при эксплуатации и отсутствие токсичных продуктов горения, возможность применения на открытом воздухе	Высокие предел огнестойкости и срок эксплуатации, повышенная защита от вибраций за счет механических креплений к конструкциям, ремонтно-способность, отсутствие коррозионного воздействия на металл, хорошие декоративные свойства, экологичность при эксплуатации и отсутствие токсичных продуктов горения, точный контроль толщины огнезащитного слоя, сухой способ монтажа	Минимальная толщина и весовая нагрузка на конструкцию, технологичность работ по огнезащите, ремонтпригодность, повышенная защита от вибраций, хорошие декоративные свойства
Недостатки	Трудоемкость работ по нанесению, сложность восстановления и ремонта, низкие декоративные качества, слабая адгезия к поверхности, пониженная защита от вибраций	Необходимость устройства специальных крепежных систем и элементов, ограниченное применение для огнезащиты конструкций сложной конфигурации	Ограниченные условия эксплуатации и огнезащитная эффективность, высокая токсичность продуктов горения
Область применения	Для конструкций обычной конфигурации (колонны, балки, косоуры, ригели)	Для конструкций несложной конфигурации (колонны, балки)	Для конструкций любой конфигурации (колонны, балки, косоуры, ригели, фермы, связи и т.п.)

¹⁾ Типы условий эксплуатации огнезащитных покрытий:
X – в любых условиях (как внутри помещений, так и вне помещений, в условиях окружающей среды);
Y – внутри помещений или в полужакрытых помещениях с частичным влиянием окружающей среды (температура ниже 0 °С, ограниченное влияние ультрафиолетового излучения), но без воздействия дождя;
Z1 – внутри помещений с повышенной влажностью воздуха, за исключением тех, которые предназначены для эксплуатации при температуре ниже 0 °С;
Z2 – внутри помещений без влияния повышенной влажности воздуха, за исключением тех, которые предназначены для эксплуатации при температуре ниже 0 °С

- | | |
|---|---|
| <p>[1] «Технический регламент строительных изделий, зданий и сооружений» (с изменениями и дополнениями). Постановление К М Украины № 543-2010-п от 30.06.2010.</p> <p>[2] Регламент (ЕС) № 305/2011 Европейского парламента и совета от 9 марта 2011 года об установлении гармонизированных условий для распространения на рынке строительной продукции и отмене Директивы 89/106/ЕЕС.</p> <p>[3] ДСТУ Б В.1.1-4-98* Защита от пожара. Строительные конструкции. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования.</p> <p>[4] ДБН В.1.1-7-2002 Защита от пожара. Пожарная безопасность объектов строительства.</p> <p>[5] ДСТУ Б В.1.1-13:2007 Защита от пожара. Балки. Метод испытания на огнестойкость.</p> <p>[6] ДСТУ Б В.1.1-14:2007 Защита от пожара. Колонны. Метод испытания на огнестойкость.</p> | <p>[7] ДСТУ Б В.1.1-17:2007 Огнезащитные покрытия для строительных несущих металлических конструкций. Метод определения огнезащитной способности.</p> <p>[8] ДСТУ-Н Б EN 1991-1-2:2010 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-2. Общие действия. Действия на конструкции во время пожара.</p> <p>[9] К. Калафат, А. Бильк, Н. Беляев, Э. Ковалевская. Расчет огнестойкости стальных конструкций и проектирование огнезащиты в соответствии с Еврокодом 3 и национальными приложениями Украины. – Украинский Центр Стального Строительства. – 2014 – 83 с.</p> <p>[10] ДСТУ Б В.2.7-19-95 (ГОСТ 30244-94) Строительные материалы. Методы испытаний на горючесть.</p> <p>[11] НАПБ Б.01.012-2007 Правила по огнезащите.</p> <p>[12] Л. Вахитова, К. Калафат. Огнезащита стальных конструкций. – Украинский Центр Стального Строительства. – 2013 – 150 с.</p> |
|---|---|

Надійшла 13.05.2015 р.

СИСТЕМЫ КОНСТРУКТИВНОЙ ОГНЕЗАЩИТЫ СТАЛИ

Согласно Еврокоду 3 (ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010) к огнезащитным материалам относятся любые материалы или их сочетания, примененные в строительной конструкции с целью повышения ее огнестойкости [1]. Необходимым условием использования средств огнезащиты при расчетах огнестойкости и дальнейшем проектировании является требование, что огнезащитные материалы в условиях пожара должны не разрушаться, а оставаться сцепленными с основанием. Исходя из этого определения, помимо традиционно применяемых для огнезащиты стальных конструкций специальных средств, в качестве огнезащитных покрытий могут быть использованы обычные строительные материалы, которые сохраняют свою целостность и не отслаиваются от конструкции во время пожара.

В мировой практике испытаний огнезащитной эффективности стройматериалов – штукатурных смесей, каменных, бетонных, плитных изделий – накоплен довольно объемный практический материал [2–5], который позволил создать эффективную теоретическую базу для проведения расчетов пределов огнестойкости стальной конструкции различного сечения и конфигурации, защищенной от воздействия огня конструктивными способами.

К конструктивным способам огнезащиты относятся – обетонирование, обкладка кирпичом, оштукатуривание поверхности элементов конструкций, использование крупногабаритных листовых и плитных огнезащитных облицовок, применение огнезащитных конструктивных элементов, заполнение внутренних полостей конструкций и др. Обычные строительные материалы могут обеспечить огнестойкость строительных конструкций до 5–6 часов и в три-четыре раза дешевле специализированных одготипных материалов, предназначенных и сертифицированных как средство огнезащиты. Но, несмотря на такие предпочтения, способ огнезащиты строительными материалами практически не применяется во вновь возводимых зданиях и распространен при ремонтных и реставрационных работах с целью усиления конструкций, потерявших свои прочностные свойства вследствие длительной эксплуатации.



Л.Н. Вахитова

эксперт по вопросам огнезащиты Украинского Центра Стального Строительства, старший научный сотрудник ИнФОРУ НАН Украины



К.В. Калафат

руководитель комитета огнезащиты Украинского Центра Стального Строительства, директор регионального испытательного центра «Донстройтест»

Пределы огнестойкости стальных конструкций, защищенных от огня материалами общестроительного назначения, определяются по результатам огневых испытаний согласно национальным стандартам (ДСТУ Б В.1.1-4-98*, ДСТУ Б В.1.1-13:2007, ДСТУ Б В.1.1-14:2007 и ДСТУ Б В.1.1-17:2007), расчетными методами в соответствии со стандартами европейской линии проектирования согласно Еврокодам [1, 6], а также методиками, утвержденными или согласованными в установленном порядке.

Положения по расчету огнестойкости строительных конструкций изложены в частях 1–2 соответствующих Еврокодов, которые вступили в силу в Украине с 1 июля 2014 года, где рассмотрены общие действия на конструкции во время пожара. В качестве основных преимуществ системы проектирования согласно Еврокодам касательно пожарной безопасности можно отметить: ориентированность на расчетные методы; создание единого, постоянно актуализируемого подхода проектирования в Европейском Союзе; подробные и исчерпывающие расчетные нормы; весомый объем вспомогательной информации для проектирования огнезащиты строительных конструкций; огромный выбор программного обеспечения и шаблонов для расчетов.

Обзор методов расчета предела огнестойкости конструкций, защищенных строительными материалами, демонстрирует, что помимо расчетных моделей Еврокодов в мировой прак-

тике находит широкое применение метод эмпирических корреляций, который подробно изложен в Международных строительных нормах (МСН) [2] и использован нами для расчета пределов огнестойкости отечественного сортамента стальных колонн и балок.

Совпадение в пределах допустимых погрешностей расчетных пределов огнестойкости защищенных стальных колонн и балок, полученных с применением Еврокодов и эмпирических уравнений, приведенных в Международных строительных нормах, действующих в США, позволяет утверждать об адекватности расчетных моделей, предлагаемых мировой практикой противопожарной защиты и является стимулом к внедрению в Украине расчетных методов при проектировании огнезащиты стальных конструкций¹.

Расчет предела огнестойкости стальных конструкций по Еврокодам. В соответствии с Еврокодом 3 [1] предел огнестойкости стальных конструкций определяют, используя упрощенные и уточненные методы расчета и испытания.

В Еврокоде 1 (ДСТУ-Н Б EN 1991-1-2:2010) рассмотрены тепловые и механические воздействия на строительные конструкции в условиях пожара [6]. Данный стандарт используется совместно с противопожарными частями стандартов ДСТУ-Н Б EN 1992 – ДСТУ-Н Б EN 1996 и ДСТУ-Н Б EN 1999, содержащими правила проектирования строительных конструкций с учетом обеспечения их огнестойкости. Стандарт определяет номинальные и параметрические (физически обоснованные) тепловые воздействия, устанавливает принципы и правила определения тепловых и механических воздействий, которые должны применяться совместно с другими Еврокодами.

Расчет предела огнестойкости стальных конструкций по Еврокоду 3, для которых в качестве огнезащиты применены конструктивные методы защиты (обетонирование, оштукатуривание, облицовывание), производится с использованием в расчетах теплофизических характеристик огнезащитных материалов. Метод расчета основан на определении прироста температуры $\Delta\Theta_{a,t}$ за промежуток времени Δt для равномерного распределения температуры в попе-

речном сечении защищенной стальной конструкции:

$$\Theta_{a,t} = \frac{\lambda_p A_p / V (\Theta_{g,t} - \Theta_{a,t})}{d_p c_a \rho_a (1 + \phi / 3)} \Delta t - (e^{\phi/10} - 1) \Delta \Theta_{g,t} \quad (1)$$

при $\Delta\Theta_{a,t} \geq 0$, если $\Delta\Theta_{g,t} > 0$,

$$\text{где } \phi = \frac{c_p \rho_p}{c_a \rho_a} \cdot d_p A_p / V; \quad (2)$$

A_p / V – коэффициент сечения стальных конструкций, покрытых огнезащитными материалами (м^{-1});

A_p – площадь поверхности огнезащитного материала на единицу длины, м^2 ;

V – объем конструкций на единицу длины, м^3 ;

c_a – удельная теплоемкость стали, Дж/кгК ;

c_p – удельная теплоемкость огнезащитного материала, не зависящая от температуры, Дж/кгК ;

d_p – толщина огнезащитного материала, м ;

t – промежуток времени, при этом $\Delta t \leq 30$, с ;

$\Theta_{a,t}$ – температура стали в момент времени t , $^{\circ}\text{C}$;

$\Theta_{g,t}$ – температура среды (номинального пожара) в момент времени t , $^{\circ}\text{C}$;

$\Delta\Theta_{g,t}$ – прирост температуры среды (номинального пожара) в момент времени Δt , $^{\circ}\text{C}$;

ρ_a – плотность стали, равная 7850 , кг/м^3 ;

λ_p – коэффициент теплопроводности огнезащитной системы, $\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$;


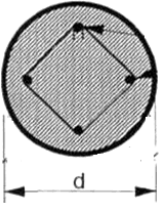
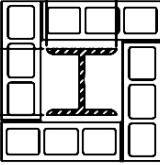

ρ_p – плотность огнезащитного материала, кг/м^3 .

Расчет предела огнестойкости стальных конструкций по Международным строительным нормам. Расчеты по эмпирическим уравнениям Международных строительных норм подтверждены действующей в США практикой огнезащиты путем множественных огневых испытаний согласно стандартам ASTM. Данные, накопленные при испытаниях самых разнообразных строительных конструкций на протяжении длительного времени, легли в основу международных стандартов по огнезащитной эффективности общестроительных материалов, таких как бетон, кирпичная кладка, керамическая плитка, гипсокартонные листы и различные штукатурные смеси. Эти обобщенные данные по огнезащите строительных конструкций зарегистрированы как строительные нормы, правила и стандарты и применяются при разработке проектов строительства в части огнезащитной обработки [7, 8].

¹ Использование уравнений, моделей и табличных данных не избавляют от необходимости проведения огневых испытаний и других процедур, предусмотренных законодательством Украины в области пожарной безопасности.

Таблица 1

Уравнения для расчета пределов огнестойкости защищенных стальных конструкций* [2]

Способ огнезащиты	Уравнение для расчета
 <p>(а) Бетон</p>	$R = 1,22(W/P)^{0,7} + [0,0018(T_e^{16}/\lambda_c^{0,2})] \cdot [1,0 + 384\{(S/d_c T_e / (0,25\rho_c + T_e))^{0,8}\}] \quad (3)$ <p><i>R</i> – предел огнестойкости колонны, ч; <i>W</i> – удельный вес стальной колонны, кг/м; <i>P</i> – обогреваемый периметр стальной колонны, мм; <i>T_e</i> – эквивалентная толщина бетонного покрытия, мм; <i>λ_c</i> – коэффициент теплопроводности бетона, Вт/м·°С; <i>S</i> – площадь поперечного сечения стальной колонны, мм²; <i>d_c</i> – плотность бетона, кг/м³; <i>ρ_c</i> – внутренний периметр бетонного покрытия, мм</p>
 <p>(б) Сталебетонные колонны</p>	$R = [a (f'_c + 20)/(L - 1000)] d^2(d/C)^{1/2} \quad (4)$ <p><i>R</i> – предел огнестойкости колонны, ч; <i>a</i> – коэффициент, характеризующий бетонное наполнение, равный: 0,07 – для колонн круглого сечения, заполненных силикатным бетоном, 0,08 – для колонн круглого сечения, заполненных известковым бетоном, 0,06 – для колонн квадратного и прямоугольного сечения, заполненных силикатным бетоном; <i>f'_c</i> – сжимающая сила после 28 дней изготовления сталебетонной колонны, МПа; <i>L</i> – длина колонн, м; <i>d</i> – внешний диаметр для колонн круглого сечения и наименьший наружный размер для колонн квадратного и прямоугольного сечения, мм; <i>C</i> – нагрузка на колонну, кН. Уравнение применимо для следующих условий: <i>R</i> < 2 ч; 20 МПа < <i>f'_c</i> < 40 МПа; 2 м < <i>L</i> < 4 м; 140 мм < <i>d</i> < 305 мм.</p>
 <p>(в) Кирпичи и камни строительные</p>	$R = 1,22(W/P)^{0,7} + [0,0018(d_p^{16}/\lambda_p^{0,2})] \cdot [1,0 + 384\{(S/d_c d_p / (0,25\rho_c + d_p))^{0,8}\}] \quad (5)$ <p><i>R</i> – предел огнестойкости колонны, ч; <i>W</i> – удельный вес стальной колонны, кг/м; <i>P</i> – обогреваемый периметр стальной колонны, мм; <i>d_p</i> – толщина кирпичной кладки, мм; <i>λ_p</i> – теплопроводность кирпича, Вт/м·°С; <i>S</i> – площадь поперечного сечения стальной колонны, мм²; <i>d_c</i> – плотность кирпичной кладки, кг/м³; <i>ρ_c</i> – внутренний периметр кирпичной кладки, мм</p>
 <p>(г) Строительные штукатурки</p>	$R = [C_1(17W/p_s) + C_2] d_p/25,4 \quad (6)$ <p><i>R</i> – предел огнестойкости, мин; <i>W</i> – удельный вес стальной колонны, кг/м; <i>d_p</i> – толщина распыляемого материала, мм; <i>P</i> – обогреваемый периметр стальной колонны, мм; <i>C₁</i> и <i>C₂</i> – коэффициенты, характеризующие теплопроводность распыляемого материала. Для цементно-песчаных штукатурок – <i>C₁</i> = 69 и <i>C₂</i> = 31; для покрытий с минеральным волокном – <i>C₁</i> = 63 и <i>C₂</i> = 42; для легких цементно-перлитовых (вермикулитовых) штукатурок – <i>C₁</i> = 33 и <i>C₂</i> = 100</p>

* Для критической температуры 538 °С

В таблице 1 приведены уравнения, по которым производится расчет предела огнестойкости стальной конструкции, защищенной строительными материалами.

Примеры расчета эффективности конструктивной огнезащиты. Расчеты предела огнестойкости защищенных стальных двутавров по уравнению (1) и уравнениям таблицы 2 позволяют определить минимальные толщины стро-

ительных материалов для обеспечения соответствующих пределов огнестойкости.

В таблице 3 представлены расчеты пределов огнестойкости стальных колонн, обетонированных по контуру ((а), табл. 1) легким и тяжелым бетоном. Приведенные расчетные величины минимальных толщин бетона (*d_p*, мм) удовлетворительно совпадают при расчете по Еврокоду 3 (Ур.1) и по МСН (Ур. 3, табл. 1).

Таблица 2

Сравнение минимальной толщина бетона (d_p , мм) для обеспечения соответствующих пределов огнестойкости стальных двутавров¹⁾, рассчитанных по Еврокоду 3 и МСН

Легкий бетон (ДСТУ Б В.2.7-176:2008), $\rho_p (d_c = 1800 \text{ кг/м}^3, \lambda_p (\lambda_c) = 0,70 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}^2, C_p = 840 \text{ Дж/кгК}$						
Коэффициент сечения профильный $A_m / V, \text{ м}^{-1}$	Метод расчета	Класс огнестойкости				
		R 60	R 90	R 120	R 150	R 180
345-243	Еврокод 3	40-42	51-62	65-73	76-84	87-90
	Ур. (3)	37-41	49-57	62-69	74-80	84-89
Тяжелый бетон (ДСТУ Б 8.2.7-176:2008), $\rho_p (d_c = 2500 \text{ кг/м}^3, \lambda_p (\lambda_c) = 1,5 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}^2, C_p = 1000 \text{ Дж/кгК}$						
Коэффициент сечения профильный $A_m / V, \text{ м}^{-1}$	Метод расчета	Класс огнестойкости				
		R 60	R 90	R 120	R 150	R 180
345-243	Еврокод 3	44-50	60-65	71-77	84-86	94-98
	Ур. (3)	41-46	57-62	71-74	83-87	93-98

¹⁾ Контурная защита ((а), табл. 1).
²⁾ Согласно уравнению (1) коэффициент теплопроводности огнезащитной системы зависит от температуры

Таблица 3

Сравнение минимальных толщин цементно-вермикулитовой штукатурки (d_p , мм) для обеспечения соответствующих пределов огнестойкости стальных колонн¹⁾

Цементно-вермикулитовая штукатурка, $d_c = 600 \text{ кг/м}^3, \lambda_p (\lambda_c) = 0,10 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}^2, C_p = 1130 \text{ Дж/кгК}$						
Коэффициент сечения профильный $A_m / V, \text{ м}^{-1}$	Метод расчета	Класс огнестойкости				
		R 60	R 90	R 120	R 150	R 180
345-140	Еврокод 3	12-18	18-24	24-32	30-37	36-44
	Ур. (6)	12-16	18-22	24-29	30-35	35-41

¹⁾ Контурная защита ((г), табл. 1).
²⁾ Согласно уравнению (1) коэффициент теплопроводности огнезащитной системы зависит от температуры. Для расчетов учитывались данные полученные при испытаниях согласно ДСТУ Б В.1.1-17:2007

Такие же расчеты были проведены и для стальных колонн, оштукатуренных цементно-вермикулитовой смесью (табл. 3). Наблюдается удовлетворительное совпадение расчетных величин толщин огнезащитной штукатурки, полученных при использовании альтернативных методов расчета (Еврокода 3 и Ур. (6), табл. 1), что подтверждает адекватность обоих подходов для оценки огнезащитной эффективности используемого материала.

Общие рекомендации при использовании конструктивной огнезащиты. Основное предназначение методов огнезащиты при применении теплоизоляционных строительных материалов состоит в уменьшении скорости теплопередачи стальным элементам во время огневого воздействия. При этом средства огнезащиты должны удовлетворять следующим характеристикам:

- невоспламеняемость, минимальное дымообразование и отсутствие выделения вредных веществ в условиях пожара;

- огнезащитная эффективность, подтвержденная огневыми испытаниями согласно действующим национальным стандартам для однотипных конструкций различных размеров или методиками расчета, согласованными в установленном порядке;
- соответствие используемого для огнезащиты материала нормативным документам (ТУ, ДСТУ, спецификациям и т.д.), в соответствии с которыми он производится;
- длительный срок эксплуатации, основанный на физико-химических характеристиках самого материала и прочности его сцепления с поверхностью стали (при использовании огнезащитных штукатурных покрытий);
- стойкость покрытия к действию окружающей среды в процессе эксплуатации.

Для предварительной оценки пределов огнестойкости конструкций при проектировании огнезащиты путем обетонирования, обли-

цовки, кирпичной кладки рекомендуется руководствоваться следующими положениями.

По признаку несущей способности:

- предел огнестойкости нагруженных конструкций уменьшается с увеличением нагрузки. Величину предела огнестойкости конструкций определяет, как правило, сечение с наибольшим значением напряжений, подверженное воздействию пламени и высоких температур;
- предел огнестойкости конструкции тем выше, чем больше значение приведенной толщины конструкции;
- предел огнестойкости статически неопределимых конструкций, как правило, выше предела огнестойкости аналогичных статически определимых конструкций за счет перераспределения усилий на менее напряженные и нагреваемые с меньшей скоростью элементы. При этом необходимо учитывать влияние дополнительных усилий, возникающих вследствие температурных деформаций.

По теплоизолирующей способности:

- предел огнестойкости слоистых ограждающих конструкций принимается равным сумме пределов огнестойкости отдельно взятых слоев. Увеличение числа слоев ограждающей конструкции (оштукатуривание, облицовка) повышает ее предел огнестойкости по теплоизолирующей способности;
- пределы огнестойкости ограждающих конструкций с воздушной прослойкой в сред-

нем на 10 % выше пределов огнестойкости тех же конструкций без воздушной прослойки. Эффективность воздушной прослойки тем выше, чем больше она удалена от обогреваемой поверхности;

- пределы огнестойкости ограждающих конструкций с несимметричным расположением слоев зависят от направленности теплового потока. С той стороны, где вероятность возникновения пожара выше, рекомендуется располагать негорючие материалы с низкой теплопроводностью;
- увеличение влажности конструкций способствует уменьшению скорости прогрева и повышению огнестойкости, за исключением тех случаев, когда увеличение влажности увеличивает вероятность разрушения материала.

При определении огнестойкости конструкций на основании перечисленных положений необходимо располагать достаточными сведениями о пределах огнестойкости конструкций, аналогичных рассматриваемым по форме, использованным материалам и конструктивному исполнению, а также сведениями об основных закономерностях их поведения при пожаре или огневых испытаниях. В случаях, когда приведенные в данной публикации пределы огнестойкости указаны для однотипных конструкций разного сечения, предел огнестойкости конструкции, имеющей промежуточный размер, допускается определять линейной интерполяцией.

[1] ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010 Еврокод 3. «Проектирование стальных конструкций. Часть 1–2. Основные положения. Расчет конструкций на огнестойкость» (EN 1993-1-2:2005, IDT).

[2] International Building Code. 2012 (Second Printing). Chapter 7 – Fire and Smoke Protection Features.

[3] Steel Buildings in Europe. Multi-Storey Steel Buildings. Part 6: Fire Engineering.

[4] Технический кодекс установившейся практики ТКП 45-2.02-110-2008. Строительные конструкции. Порядок расчета пределов огнестойкости.

[5] Пособие П1-02 к СНБ 2.02.01-98 «Пределы огнестойкости строительных конструкций».

[6] ДСТУ-Н Б EN 1991-1-2:2010 Еврокод 1. «Воздействия на конструкции. Часть 1–2. Общие действия. Действия на конструкции во время пожара» (EN 1991-1-2:2002, IDT).

[7] Fire Resistance of Brick Masonry. TECHNICAL NOTES on Brick Construction 1850 Centennial Park Drive, Reston, Virginia 20191.

[8] ASCE/SEI/SFPE 29-05. Standard Calculation Methods for Structural Fire Protection (29-05).

Надійшла 12.05.20154 р.

БЕСПРОГОННЫЕ КРОВЕЛЬНЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ. ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ, РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЗОН СНЕГОВОЙ АККУМУЛЯЦИИ

Конструкции ограждающие – это строительные конструкции, предназначенные для изоляции внутренних объемов в зданиях и сооружениях от внешней среды или между собой с учётом нормативных требований по прочности, теплоизоляции, гидроизоляции, пароизоляции, воздухопроницаемости, звукоизоляции, светопрозрачности и т.д.

Это обозначение наиболее точно передает все функции, которые выполняют кровельные и стеновые ограждающие конструкции. При этом первичные требования, которые налагаются на них в промышленном строительстве это:

- прочность и долговечность;
- экономическая целесообразность применения того или иного конструктивного решения;
- теплотехнические свойства;
- огнестойкость; скорость монтажа;
- простота и доступность эксплуатации.

В частном (коттеджном) строительстве на первый план выходит эстетический аспект конструктивного решения ограждающих конструкций, что приводит к многообразию как архитектурных форм и типов конструкций кровли и фасада, так и применяемых материалов.

В промышленном строительстве конструкция теплой кровли представляет собой трехслойный «пирог», состоящий из несущего (нижнего) профнастила, утеплителя (термоизоляции) и внешнего верхнего элемента. В качестве верхнего элемента может выступать профнастил, фальцевый профиль или рулонный материал (различного типа мембраны или резе рубероид).

Выбор внешнего элемента теплой кровельной конструкции (металл или рулонный материал) определяется проектным решением и является основополагающим при подборе плотности утеплителя, так как при использовании рулонного материала именно плитный утеплитель воспринимает распределенную и точечную нагрузки на кровлю и передает ее несущему профнастилу, поэтому утеплитель должен быть жестким, плотностью не менее 145 кг/м². В слу-



В.В. Пархоменко
главный инженер
компании Прушиньски

чае применения двухслойного утепления кровли допускается использование нижнего слоя с меньшей плотностью. Такой тип кровельной конструкции называется мягкой кровлей. Ее минимальный уклон в отдельных случаях может быть 0°.

В случае применения в качестве верхнего элемента кровельной ограждающей конструкции профнастила именно он воспринимает нагрузку на кровлю и посредством дистанционного прогона передает ее несущему профнастилу. При таком решении кровли, называемом «жесткая кровля», можно применять менее плотную вату с лучшими теплотехническими показателями.

Помимо разделения теплой кровельной конструкции по типу *верхнего элемента* на мягкую и жесткую, также существует разделение по типу нижнего *несущего элемента* на кровлю с **применением** и **без применения** прогонов.

Прогонная схема предполагает установку кровельных прогонов (швеллер, двутавр, оцинкованный Z-профиль), на которые монтируется несущий профнастил.



Профнастил Т40, смонтированный в прогонной схеме при шаге Z-прогонов 1750 мм

Развитие технологических возможностей проката, наличие и доступность различных толщин металла (от 0,5 до 1,5 мм), а также возможность применения высокопрочных конструкционных марок стали европейского производства (S320 и S350 согласно EN 10027) позволяют прокатчикам производить высокие несущие профнастилы (высотой от 90 мм до 160 мм). Благодаря этому существует возможность отказаться от кровельных прогонов и укладывать несущий профнастил непосредственно на элементы каркаса (фермы, балки), а также перекрывать пролеты от 4000 до 9000 мм.



Профнастил Т135, смонтированный в беспрогонной схеме кровли при шаге ферм 6000 мм

Беспрогонная схема кровельной ограждающей конструкции в последнее время широко применяется в проектах благодаря ряду преимуществ:

- Уменьшение нагрузки на несущие конструкции (балки/фермы, колонны) и фундамент за счет снижения веса кровельного ограждения.
- Упрощение и ускорение монтажных работ – несущий профнастил в указанной схеме выполняет одновременно функцию прогона и нижнего профнастила.
- Снижение стоимости монтажа по причине уменьшения объема работ, а также отсутствия сварочных работ (как в случае применения кровельных прогонов).
- Возможность крепить дополнительное оборудование непосредственно к несущему профнастилу (если во время подбора профиля и его толщины была учтена дополнительная сервисная нагрузка).
- Перекрывание пролетов до 9000 мм расширяют возможности пространственно-конструктивных схем здания.

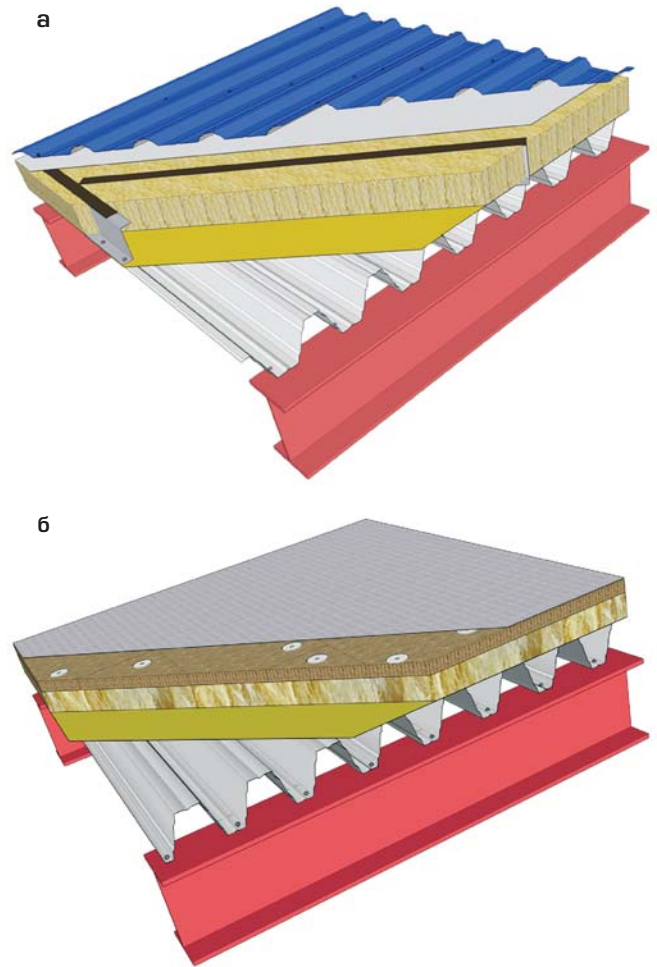


Рис. 1. Жесткая (а) и мягкая (б) кровля в беспрогонной схеме

Беспрогонная схема кровельного ограждения универсальна с точки зрения применения верхнего элемента «кровельного пирога», так как при таком решении возможно применять как профнастил (жесткая кровля, рис. 1,а), так и рулонный материал (мягкая кровля, рис. 1,б).

Значение сочетаний нагрузок на кровельное ограждение (постоянных и переменных) неравномерное по всей поверхности кровли. В большинстве случаев снеговая нагрузка, которая относится к переменным, наиболее влияет на неравномерность значения действующих нагрузок на разных участках кровли и напрямую зависит от μ – коэффициента перехода от веса снегового покрова на поверхности земли к снеговой нагрузке на покрытие (ДБН В.1.2-2:2006). Коэффициент μ определяется в зависимости от формы кровли и схемы распределения снеговой нагрузки и указывает на места накопления снега – «снеговые мешки». Это перепады на кровле,

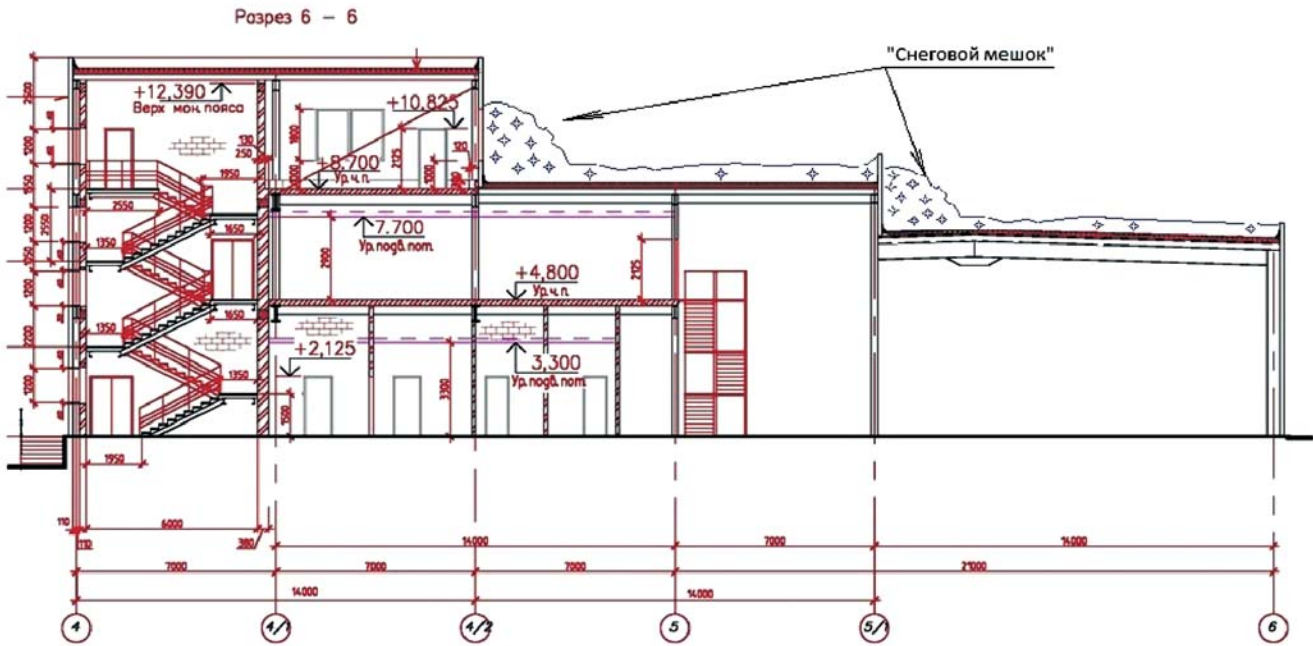


Рис. 2. Пример неравномерного распределения снеговой нагрузки на кровельное ограждение

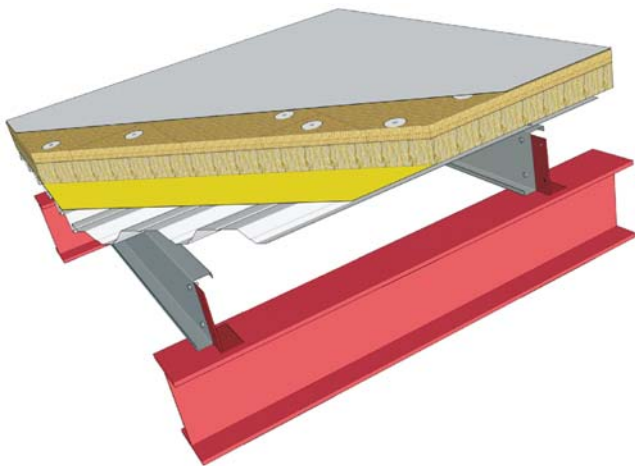


Рис. 3. Прогонная схема кровельной ограждающей конструкции

места у световых фонарей, примыканий, парапетов, возле оборудования и т.д. (рис. 2) и характеризуются повышением снеговой нагрузки. В отдельных случаях увеличение нагрузки в местах снеговой аккумуляции может достигать 400 %.

На рисунке 2 вдоль осей 4/2 и 5/1 указаны места повышенной снеговой нагрузки, которая действует на кровельное ограждение, при этом площадь «снеговых мешков» зачастую гораздо меньше площади кровли с нормальной нагрузкой.

Кровельная ограждающая конструкция должна воспринимать нагрузку, в т.ч. и в местах снеговой аккумуляции, и передавать ее несущим конструкциям (балкам/фермам, колонам и фундаменту). Очевидно, что в местах повышенной

снеговой нагрузки возникает необходимость усилить конструкцию кровли.

В случае применения на кровле прогонной схемы (рис. 3) самым распространенным и простым решением является уменьшение шага прогонов в местах снеговой аккумуляции, например, на основной части кровли принят шаг 1750 мм, а в местах «снеговых мешков» принимают 875 мм (рис. 4).

При конструктивном решении кровельной ограждающей конструкции в беспрогонной схеме, трехслойный теплый «пирог» покрытия укладывается непосредственно на элементы несущего каркаса (или фермы, или балки), шаг которых, в большинстве случаев, в «снеговых мешках» изменить невозможно. Поэтому существует два способа увеличения несущей способности нижнего профнастила: увеличение толщины металла, из которого производится несущий профнастил и установка накладок или перенахлест листов на опорах (рис. 5).

Первый вариант, как правило, применяется в случаях незначительной разницы между нагрузкой на основной части кровли и в «снеговых мешках», например, у парапета.

В случаях, когда перепады на кровле большие и значения коэффициента μ равняется 3 или 4 не всегда достаточно увеличить толщину профнастила. В таких местах применяется второй вариант увеличения несущей способности профнастилов:

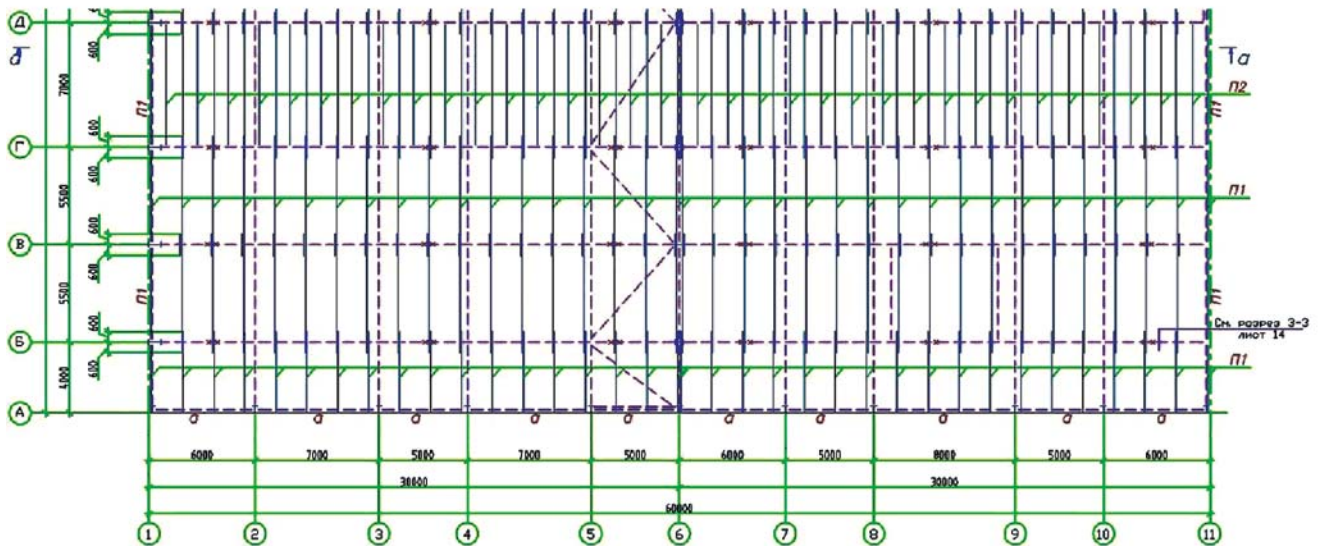


Рис. 4. Усиление прогонной схемы кровельной конструкции путем учащения кровельных прогонов в осях Г-Д

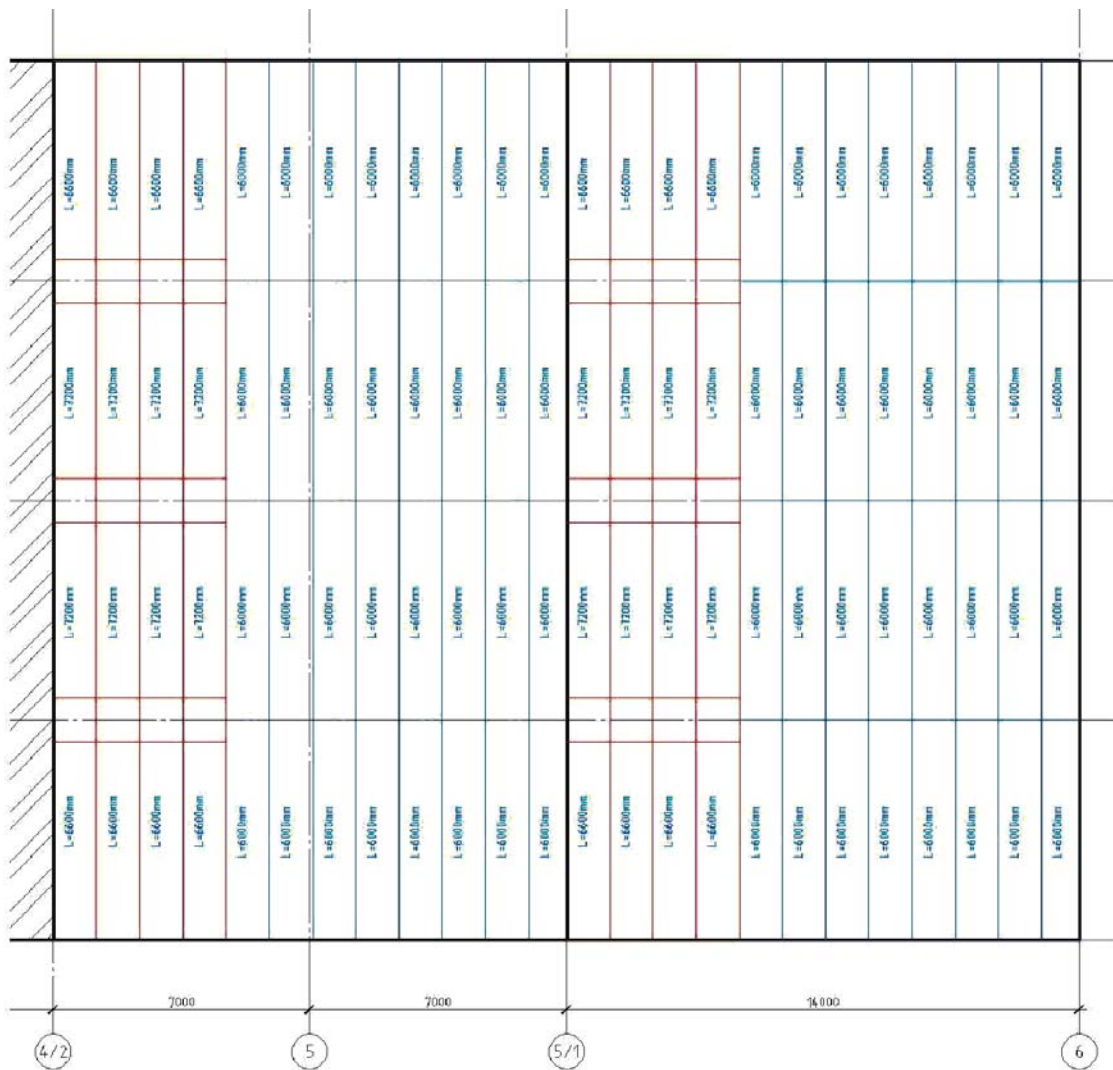


Рис. 5. Перенахлест профнастила на кровельных балках для увеличения несущей способности в местах снеговой аккумуляции вдоль осей 4/2 и 5/1

- усиление за счет монтажа накладок на опоре (рис. 6);
- усиление путем монтажа профнастила с перенахлестом на опоре (рис. 7).

Натурные испытания несущих профнастилов Т92, Т135, Т150, Т160 в указанных системах усиления показали увеличение несущей способности в среднем на 25 % при применении накладки и на 75 %–80 % при использовании перенахлеста на средней опоре.

Результаты, полученные во время испытаний профиля Т150 толщиной 0,75 мм, приведены в таблице.

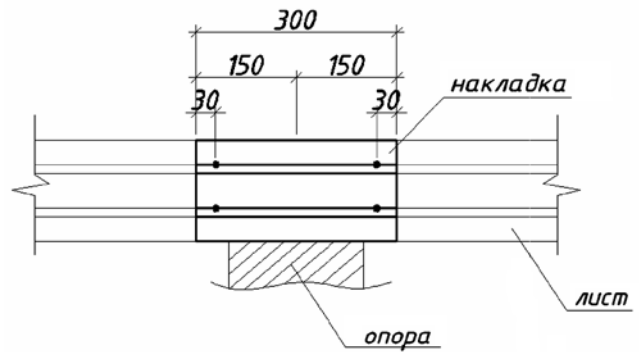


Рис. 6. Накладка из профнастила длиной 300 мм на средней опоре

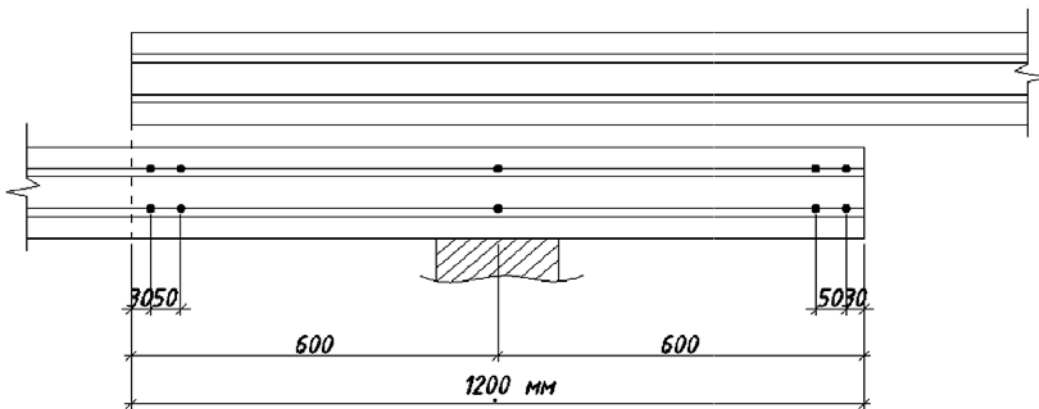


Рис. 7. Перенахлест профнастилов на средней опоре на $0,1L$ (где L – расстояние между опорами)

Фактическая нагрузка при контрольных прогибах для образцов профнастила Т150 0,75мм

Контрольный прогиб	Т150-0.75 1-пролетная схема опирания	Т150-0.75 2-пролетная схема опирания	Т150-0.75 2-пролетка с накладкой	Разница в % по сравнению с 2-пролеткой	Т150-0.75 перенахлест на опоре	Разница в % по сравнению с 2-пролеткой
L/300	1,06	2,16	2,25	+4 %	2,31	+7 %
L/200	1,55	2,49	3,05	+22 %	3,34	+34 %
L/150	2,02	2,49	3,05	+22 %	4,24	+70 %
Разрушающая нагрузка	3,27	2,49	3,05	+22 %	4,34	+74 %

Таким образом, после точного определения значения нагрузок, действующих в разных местах кровли, можно определить наиболее эффек-

тивный и экономически целесообразный метод увеличения несущей способности конструкции кровельного ограждения.

Надійшла 12.05.2015 р.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОГО УЗЛА ДОМЕННОЙ ПЕЧИ ПРИ ЗАМЕНЕ КОЖУХА ШАХТЫ

Современное промышленное развитие невозможно без надежной, высокоразвитой металлургической базы, основу которой составляет доменное производство. Среди объектов доменного комплекса собственно доменная печь – конструкция шахтного типа – является сооружением, определяющим возможность непрерывного ведения технологического процесса и общую технологическую безопасность металлургического предприятия.

Стальной кожух доменной печи, представляющий собой совокупность цилиндрических и конических сопряженных оболочек, выполняет целый ряд технологических, строительных и конструктивных функций (рис. 1). Основная технологическая функция кожуха – обеспечение герметичности доменной печи при воздействии всех внутренних нагрузок. Его основная строительная функция – восприятие внутреннего давления футеровки, газовой среды, давления шихтовых материалов и жидких продуктов плавки, создание условий для ведения технологического процесса. Основная конструктивная функция кожуха – опирание холодильных плит, оборудования и механизмов, а также обеспечение прочности, общей пространственной устойчивости и геометрической неизменяемости всего центрального узла доменной печи.

При этом кожухом воспринимается весь комплекс вертикальных и горизонтальных нагрузок, в том числе от распора системы «доменная печь – газопроводы грязного газа – пыле-

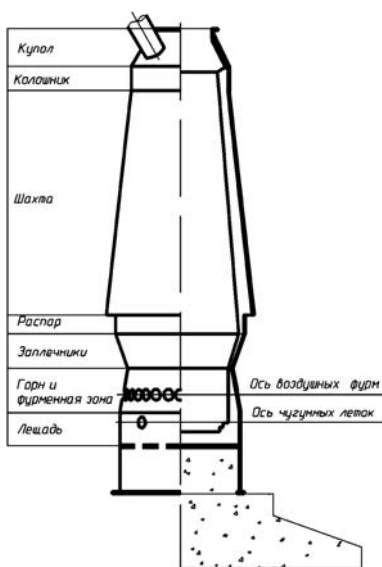


Рис. 1. Общий вид кожуха доменной печи



А.Е. Любин

генеральный директор корпорации «Промстальконструкция», к.т.н., г. Днепропетровск



Е.С. Иосилевич

главный инженер проекта «Промстальконструкция», к.т.н., г. Днепропетровск

уловитель», ветровые воздействия, нагрузки, возникающие при работе монтажной балки и пр.

Наиболее распространенная схема конструкций центрального узла доменной печи показана на рис. 2. Опорная система печи здесь выполнена в виде колонн горна и шахты. С помощью кольцевой системы связей, т.н. «звездочки», колонны шахты прикреплены к кожуху печи, и все горизонтальные нагрузки передаются на кожух, который в данном случае является ядром жесткости сооружения.

В связи с этим при капитальном ремонте доменной печи, предусматривающем частичную или полную замену кожуха, возникает необходимость в создании временной опорной системы, которая выполняла бы роль ядра жесткости и обеспечивала пространственную устойчивость конструкций.

На одном из металлургических предприятий Украины для доменной печи объемом 2002 м³ предполагается выполнение капитального ремонта II разряда с заменой охлаждаемой части кожуха шахты высотой ~18 м.

В соответствии с проектом замена кожуха производится путем поэтапного демонтажа вертикальных элементов оболочки и установки на их месте новых участков. Высота монтажных марок соответствует высоте заменяемой части кожуха, ширина составляет ~3,5 м (~1/12 длины окружности). Эти участки по мере установки свариваются между собой и привариваются к верхней и нижней кромке сохраняемых частей

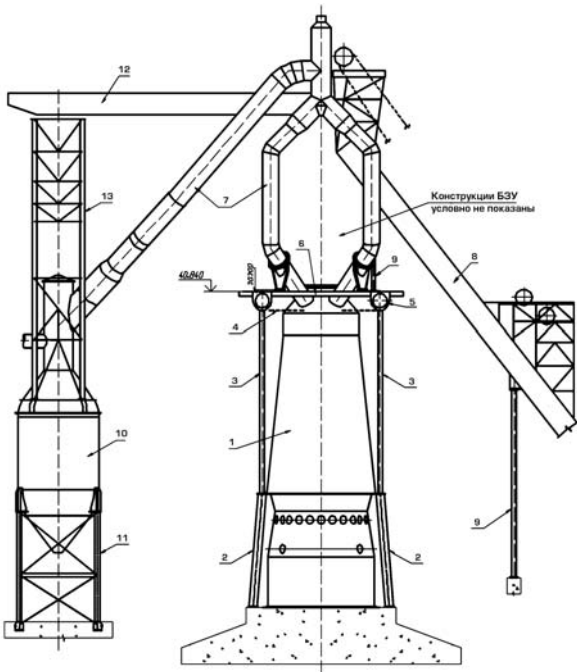


Рис. 2. Наиболее распространенная схема конструкций центрального узла:

1 – сохраняемые участки кожуха доменной печи; 2 – заменяемая часть кожуха шахты доменной печи; 3 – четырехколонник; 4 – сохраненные участки колонн шахты; 5 – кольцевая опорная балка колошниковой площадки; 6 – колошниковая площадка; 7 – плоскость горизонтальных связей («звездочка»); 8 – газопроводы грязного газа; 9 – наклонный мост; 10 – пилон наклонного моста; 11 – пылеуловитель; 12 – опора пылеуловителя; 13 – монтажная балка; 14 – опора монтажной балки

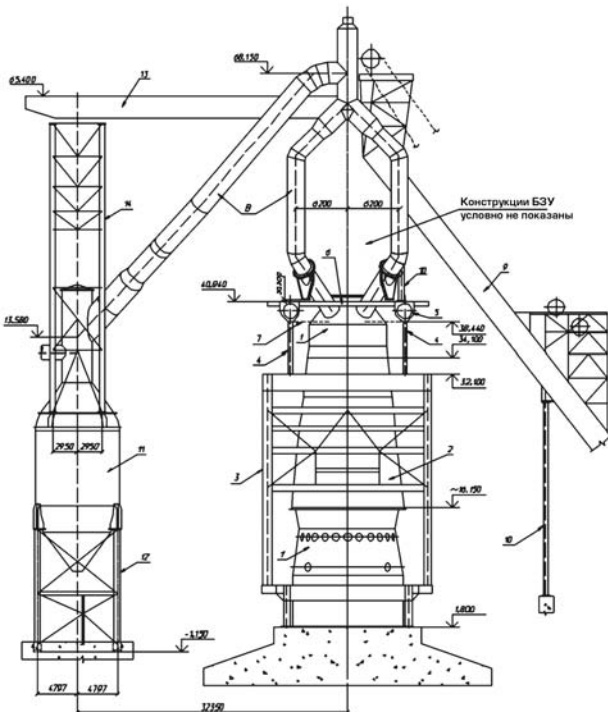


Рис. 3. Общий вид центрального узла реконструируемой доменной печи:

1 – кожух доменной печи; 2 – колонны горна; 3 – колонны шахты; 4 – плоскость горизонтальных связей («звездочка»); 5 – кольцевая опорная балка колошниковой площадки; 6 – колошниковая площадка; 7 – газопроводы грязного газа; 8 – наклонный мост; 9 – пилон наклонного моста; 10 – пылеуловитель; 11 – опора пылеуловителя; 12 – монтажная балка; 13 – опора монтажной балки

кожуха. После монтажа последнего вертикального элемента он соединяется с установленным ранее первым элементом и «закрывает» кожух в единое целое. Таким образом, на протяжении всего периода выполнения работ кожух печи остается не замкнутым.

Кроме того, в кожухе лещади, фурменной зоны, горна и колошника предполагается выполнение большого количества монтажных проемов, в том числе значительных размеров (шириной до 5 м, что составляет 1/7 длины окружности, при высоте от 3 до 4,8 м), предназначенных для выгребки лещади, оконтуривания «козла», демонтажа защитных плит колошника, а также для доступа персонала во внутреннее пространство печи.

Необходимо также отметить, что использование известных практических рекомендаций относительно возможности безопасного удаления участка кожуха с длиной дуги, не превышающей 1/6 длины окружности [4], неприемлемо. В данном случае речь идет не о вырезке одного участка кожуха размером 1/6 длины окружности, а о том, что на протяжении всего периода ремонта кожух остается не замкнутым и, практически, размер удаленного участка значительно превышает указанную величину.

Жесткость кожуха доменной печи в таком состоянии значительно уменьшается, что не позволяет рассматривать его в качестве ядра жесткости всего центрального узла. Кроме того, передача на кожух в ослабленном состоянии значительных нагрузок (как вертикальных, так и горизонтальных) может привести к деформации поперечных сечений его остающихся частей, что осложнит проведение строительно-монтажных работ по реконструкции кожуха и может повлечь за собой снижение его несущей способности и уровня промышленной безопасности при дальнейшей эксплуатации сооружения.

В практике выполнения ремонтов кожухов доменных печей в случае наличия опорной системы, способной воспринимать весь комплекс нагрузок, передаваемых на центральный узел, эта проблема решается путем переопирания газопроводов грязного газа (после их остывания) на колошниковую площадку, что позволяет снять загрузки с кожуха и передать их на конструкции опорной системы.

Однако, конструктивная форма центрального узла рассматриваемой доменной печи имеет существенные отличия от традиционных форм (см. рис. 3).

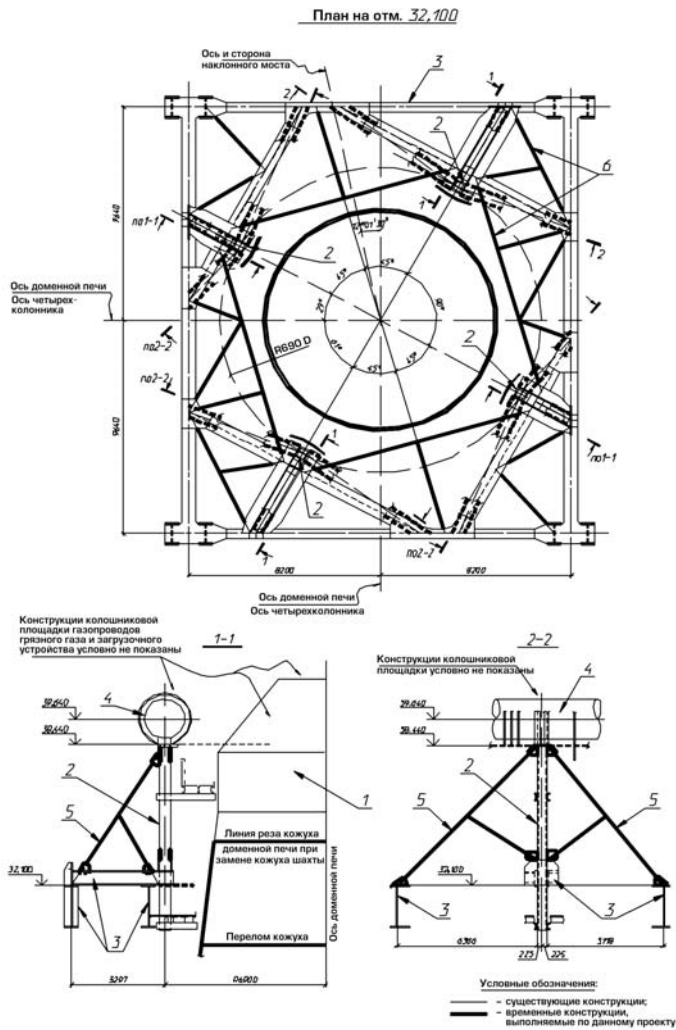


Рис. 4. Схема дополнительных временных связевых систем:

1 – кожух доменной печи; 2 – сохраненные участки колонн шахты; 3 – элементы верхнего четырехколонника; 4 – кольцевая опорная балка колошниковой площадки; 5 – вертикальные элементы дополнительной связевой системы; 6 – горизонтальные элементы дополнительной связевой системы

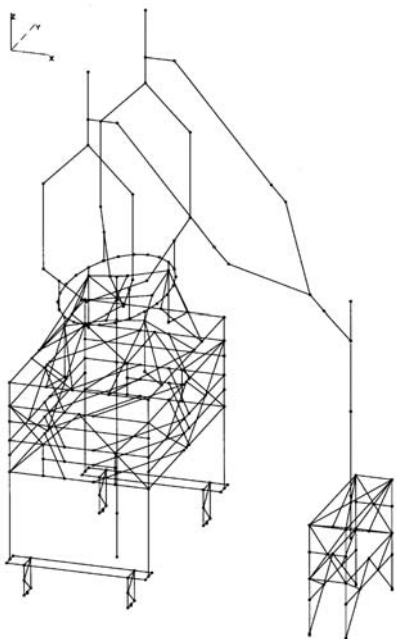


Рис. 5. Расчетная схема конструкций центрального узла реконструируемой доменной печи

Возведенный при капитальном ремонте в 1990-х г. четырехколонник доведен до отм. 32,100. Все расположенные выше этой отметки конструкции, в том числе колошниковая площадка и пилон наклонного моста, переоперты на четырехколонник путем закрепления на уровне его верха сохраненных участков существующих колонн шахты. При этом пространственная жесткость сооружения выше отметки верха четырехколонника обеспечивается путем привязки колонн шахты к кожуху доменной печи, воспринимающему в данном случае весь комплекс горизонтальных нагрузок.

Анализ схемы центрального узла показал, что конструкции существующей опорной системы выше отм. 32,100 не имеют привязки к кожуху печи и не обладают необходимой пространственной жесткостью для автономного восприятия всего комплекса нагрузок и воздействий и передачи их на четырехколонник.

Таким образом, оказалась необходимой разработка специальных мероприятий по обеспечению промышленной безопасности центрального узла в период замены кожуха шахты печи.

Роль жесткого ядра, обеспечивающего устойчивость всех конструкций центрального узла, перенесена на четырехколонник. На него передан весь комплекс вертикальных и горизонтальных нагрузок, возникающих при реконструкции кожуха доменной печи, в том числе и от переопертых на колошниковую площадку газопроводов грязного газа.

Для возможности включения четырехколонника в работу колонны шахты раскреплены в кольцевом и радиальном направлениях дополнительными временными связевыми системами, обеспечивающими передачу усилий на элементы верхнего уровня четырехколонника на отм. 32,100, в связи с чем в этом уровне выполнена система горизонтальных связей (рис. 4).

Расчеты выполнены с помощью программного комплекса SCAD Structure на весь комплекс действующих нагрузок, приведенных в таблице. Классификация нагрузок выполнена в соответствии с [1].

Для учета распора системы «доменная печь – газопроводы грязного газа – пылеуловитель», возникающего как от вертикальных нагрузок на газопроводах, так и в результате расширения системы от температурных климатических воздействий, в расчетную схему включены восходящие и нисходящие газопроводы грязного газа, конструкции опоры и кожуха пылеуловителя (рис. 5).

Нагрузки, действующие на металлоконструкции центрального узла в период проведения реконструкции кожуха доменной печи

Характер нагрузки		Наименование нагрузки	
Основные	Постоянные	Собственный вес металлоконструкций. Собственный вес футеровки. Вес постоянного оборудования (холодильные плиты, амбразуры и т.п.)	
	Временные	Длительные	Нагрузки оборудования, в том числе и динамические с предельными или эксплуатационными расчетными значениями, при его перегрузках, связанных с технологическим процессом, монтажом, ремонтами и пр. Вес отложений внутри газопроводов, сосудов. Вес отложений производственной пыли на поверхности металлоконструкций. Вертикальные нагрузки при работе монтажной балки с квазипостоянными расчетными значениями. Полезная нагрузка на площадках с квазипостоянными расчетными значениями. Температурные климатические воздействия, ветровые, и снеговые нагрузки с квазипостоянными расчетными значениями.
		Кратковременные	Вес оборудования, действующего в период ремонта. Нагрузки от подвижного подъемно-транспортного оборудования с предельными или эксплуатационными расчетными значениями. Полезная нагрузка на площадках с предельными или эксплуатационными расчетными значениями. Температурные климатические воздействия, ветровые, и снеговые нагрузки с предельными или эксплуатационными расчетными значениями.

Монтажная балка, ее опора на пылеуловитель и наклонный мост в расчетную схему не вводятся. Их влияние учитывается нагрузками, передаваемыми на конструкции центрального узла.

Для повышения степени надежности сохраняемых конструкций, с учетом кратковременности проведения ремонта, было принято ограничение ряда действующих нагрузок, исходя из чего применены следующие дополнительные коэффициенты, учитывающие особенности работы конструкций в этот период:

1. Коэффициент $K = 0,8$ для нагрузок, возникающих при работе монтажной балки, учитывающий ограничение ее грузоподъемности на период проведения работ по реконструкции кожуха доменной печи.

Указанный коэффициент принимается как соотношение грузоподъемности монтажной балки $Q = 100$ т к максимальному весу поднимаемого узла существующего кожуха $P = 80$ т (в соответствии с материалами проекта производства работ).

2. Коэффициент $K = 0,5$ для полезной нагрузки на колошниковой площадке, учитывающий запрещение складирования материалов и скопления пыли на ней на период проведения работ по реконструкции кожуха.

3. Коэффициент $K = 0,5$ для предельного расчетного значения ветровой нагрузки в период работы монтажной балки, учитывающий запрещение ее работы при скорости ветра более 12 м/с.

С учетом этого и в соответствии с [2] расчет существующих и вновь устанавливаемых конструкций выполнен, как для переходной расчетной ситуации, для класса ответственности сооружения СС3 категории ответственности А с применением коэффициентов надежности:

- для первой группы предельных состояний $\gamma_n = 1,05$;
- для второй группы предельных состояний $\gamma_n = 0,975$.

Проверка несущей способности существующих конструкций (опорной кольцевой балки колошниковой площадки, сохраняемых колонн шахты и элементов четырехколонника), выполненная в соответствии с [3], показала, что при соблюдении рекомендаций по ограничению нагрузок на период реконструкции кожуха доменной печи и выполнения приведенных конструктивных мероприятий уровень расчетных напряжений в указанных конструкциях не превышает предельно допустимых величин.

Разработанные мероприятия по обеспечению прочности и пространственной устойчивости центрального узла доменной печи при исключении роли кожуха печи как ядра жесткости позволяют проводить автономную замену кожуха шахты и обеспечивают промышленную безопасность сооружения на весь период реконструкции кожуха.

[1] Нагрузки и воздействия [Текст]: ДБН В.1.2-2:2006. – Введ. 2007-01-01. – К.: Минстрой Украины, 2006. – 78 с. – (Система обеспечения надежности и безопасности строительных объектов; Государственные строительные нормы Украины).

[2] Общие принципы обеспечения надежности и конструктивной безопасности зданий, сооружений и оснований [Текст]: ДБН В.1.2-14:2009. – Введ. 2009-12-01. – К.: Минрегионстрой Украины, 2009. – 41 с. – (Система обеспечения надежности и безопасности строительных объектов; Государственные строительные нормы Украины).

[3] Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу [Текст]: ДБН В.2.6-163:2010. – Введ. 2011-12-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 202 стр. – Конструкції будівель і споруд. (Державні будівельні норми України).

[4] Любин А.Е. Металлические конструкции комплекса доменной печи. Проектирование. Эксплуатация. Диагностика технического состояния [Текст]: монография / А.Е. Любин. – К.: Сталь, 2010. – 472 с. – Библиогр.: с. 459–465.

Надійшла 07.04.2014 р.

НОВЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ БАШЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В современной практике возведения высотных сооружений применяются структурные (сетчатые) конструкции башенного типа [1]. В Москве в 2006 г. была сооружена структурная башня высотой 258 м по проекту «ЦНИИПСК им. Н.П. Мельникова», автор проекта Б.В. Остроумов (рис. 1).

Ствол башни представляет собой решетчатую пространственную восьмигранную пирамиду, состоящую из наклонных трубчатых стержней, трубчатых распорок и решетчатых плоских горизонтальных диафрагм, соединенных в узловых элементах. Узловой элемент башни состоит из шести отрезков труб, соединенных сваркой встык под определенными углами. На противоположных торцах труб расположены фланцы для болтового монтажного соединения с наклонными стержнями и горизонтальными распорками. Эти распорки являются наружными поясами горизонтально расположенных ферм-диафрагм. Внутренние пояса и элементы решетки диафрагм выполнены из одиночных уголков, закрепленных к поясам на монтаже болтами.

Такие конструктивные решения обладают рядом недостатков:

1. Внутренние пояса ферм-диафрагм не имеют вертикальной опоры, вследствие чего они под действием горизонтальной и вертикальной нагрузок могут деформироваться.

2. Узловые элементы сложны в изготовлении.

3. Для болтового монтажного фланцевого соединения наклонных стержней и распорок требуется повышенная машиностроительная точность изготовления и монтажа, а также большое количество болтов.

4. Трудоемкое совмещение фланцев наклонных стержней для установки болтов при монтаже башни, особенно при вертолетном монтаже укрупненными блоками.

Важнейшими и определяющими частями всей башни являются узловые монтажные соединения наклонных стержней, распорок и ферм-диафрагм.

Для устранения недостатков структурных башенных конструкций и повышения технологичности изготовления и монтажа автором раз-



Л.О. Кагановский
инженер-конструктор
(Израиль)

работаны два варианта конструктивных решений соединений наклонных стержней, распорок и ферм-диафрагм в узловом элементе (рис. 2 и 3).

В варианте 1 (рис. 4) узловой элемент состоит из двух вертикально расположенных отрезков труб, монтажное соединение которых происходит через «Модуль быстрозамыкаемого соединения конструкций» [2, 3]. Нижняя часть модуля в виде соединительного стержня приварена к нижнему отрезку трубы, а верхняя, замыкающая часть модуля в виде цилиндра с центральным отверстием, приварена к верхнему отрезку трубы. Соединительный стержень состоит из плиты, в центре которой установлен стержень, снабженный утолщением в виде двух конусов, обращенных друг к другу основаниями, между которыми имеется цилиндрический участок в виде пояса. Замыкающая часть модуля выполнена в виде цилиндра с центральным отверстием, на внутренней поверхности которого имеются пазы с наклонными плоскими поверхностями, взаимодействующими с клиновидными подвижными упорами, которые предварительно закреплены временными винтами в верхнем положении, обеспечивающем беспрепятственный проход пояса утолщения соединительного стержня мимо подвижных упоров.

Монтажное соединение частей модуля происходит путем опускания верхней замыкающей части на острие соединительного стержня нижней части модуля, при этом возможно некоторое несовпадение осей. Скольжением кромки центрального отверстия замыкающей части по верхней конической поверхности соединительного стержня обеспечивается перемещение в направлении соосности.

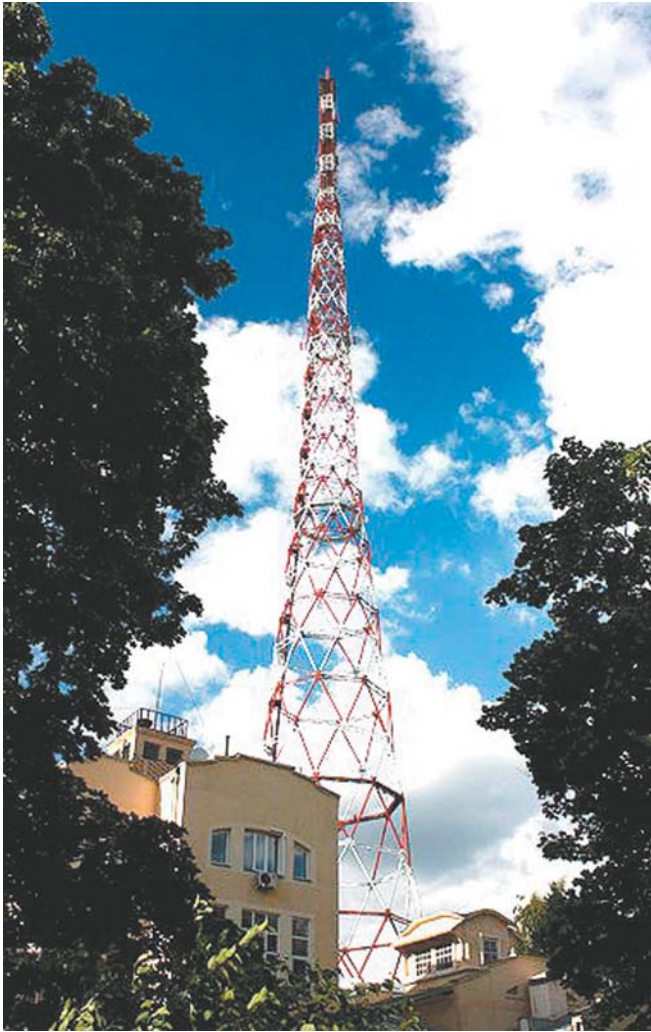


Рис. 1. Структурная башня высотой 258 м, г. Москва

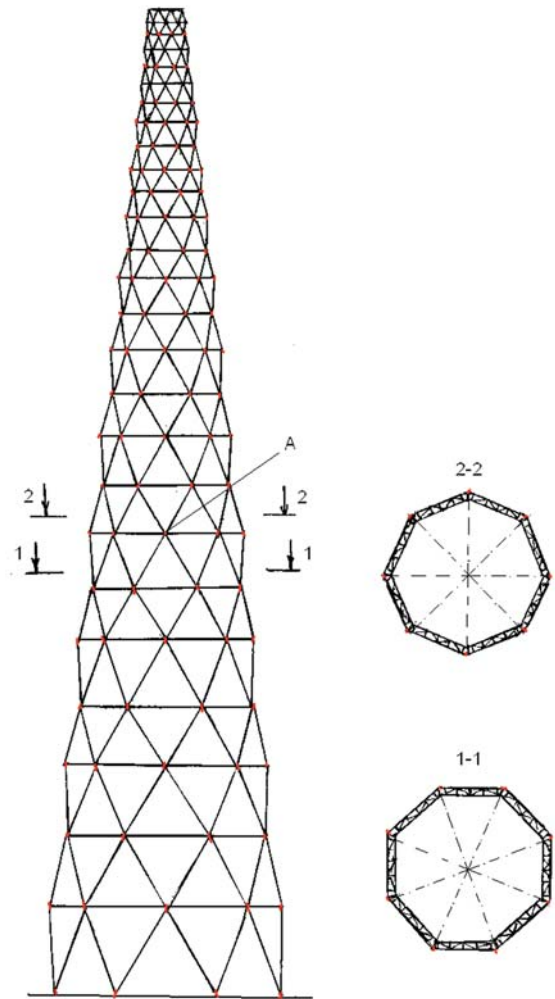


Рис. 2. Схема структурной восьмигранной башенной конструкции

После соприкосновения нижней поверхности замыкаемой части модуля с верхней поверхностью плиты соединительного стержня монтажники убирают легкие монтажные винты. Освободившиеся подвижные упоры под действием силы тяжести опускаются, скользя по наклонным пазам, и расклиниваются между пазами и утолщением соединительного стержня. Освободившиеся от винтов отверстия заполняют герметиком.

К верхним и нижним трубам узлового элемента приварены вертикальные фасонки, к которым под определенным углом крепятся болтами трубчатые наклонные стержни. Таким же образом к горизонтальным ребрам, приваренным к нижней трубе узлового элемента, крепятся трубчатые распорки и кронштейны для опоры внутренних поясов ферм-диафрагм. Причем эти фермы изготовлены из труб в виде отдельных отпавочных марок заводского изго-

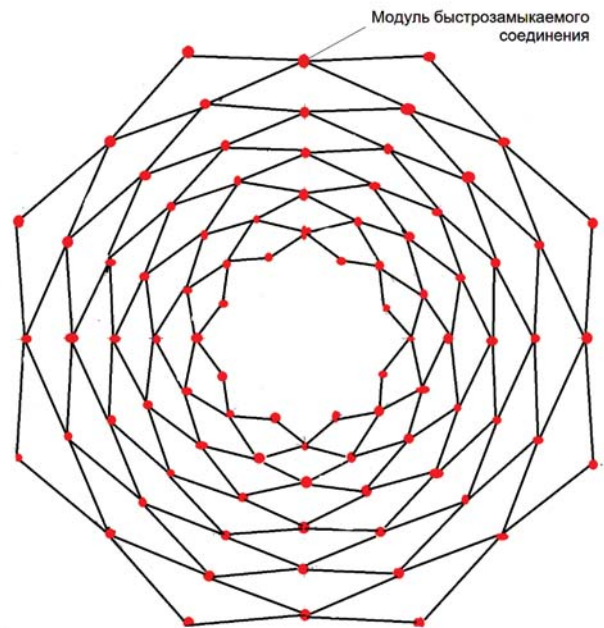


Рис. 3. Схема решетки структурной восьмигранной башенной конструкции

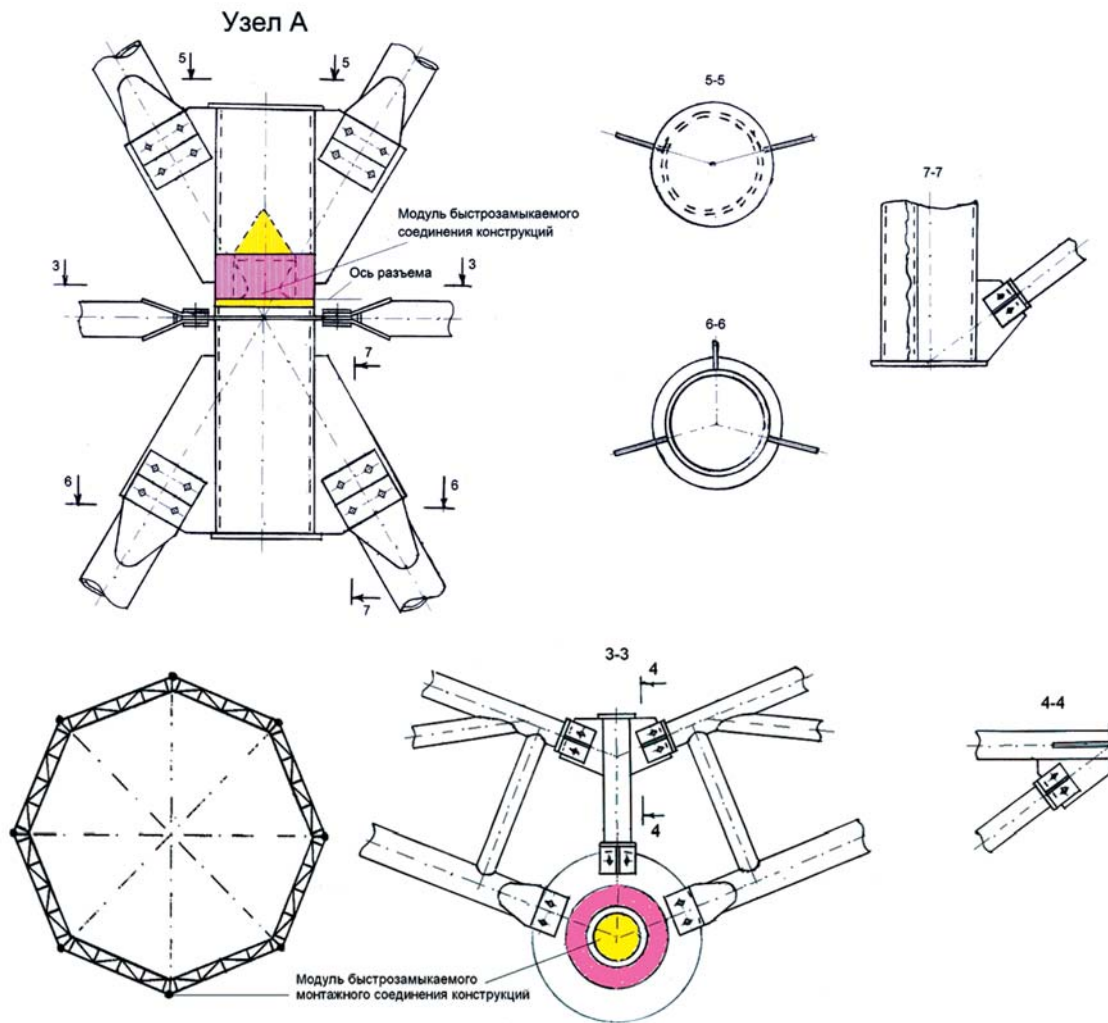


Рис. 4. Узловое соединение. Вариант 1

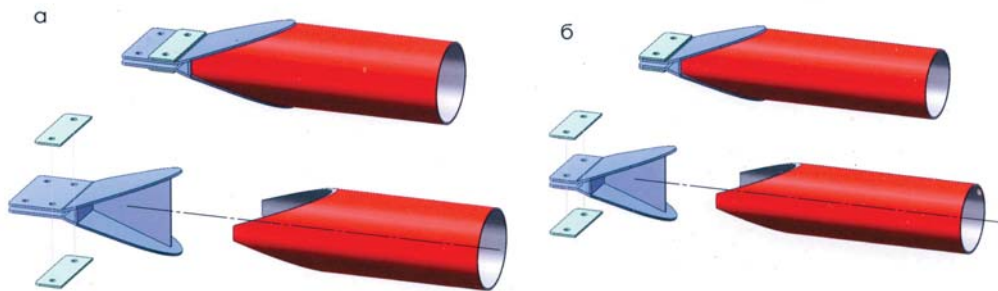


Рис. 5. Концевые детали универсальных стержней:
а – для 4 болтов; б – для 2 болтов

товления. Концы трубчатых наклонных стержней и распорок выполнены с двумя симметрично расположенными наклонными плоскими срезами для установки накладных фасонки, которые изогнуты в месте примыкания к узловому элементу [4]. Эти накладные фасонки, предварительно соединенные между собой поперечной планкой и ребром жесткости, обра-

зуют «вилку», которая сопрягается с концами трубчатых стержней, и жестко соединяются сваркой. Такое конструктивное решение позволяет устанавливать болты, работающие на двойной поперечный срез. Для предотвращения распрямления накладных фасонки устанавливаются пластины, прямой край которых расположен в месте изгиба фасонки (рис. 5).

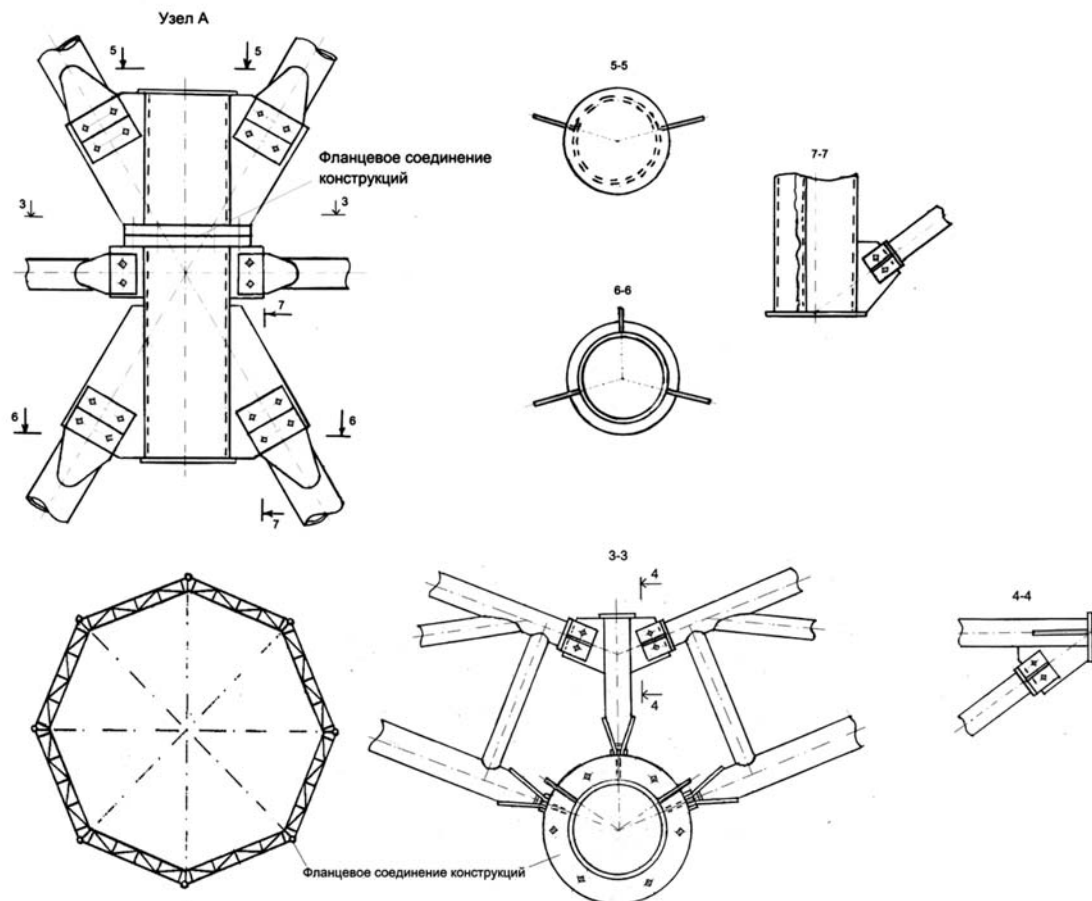


Рис. 6. Узловое соединение. Вариант 2

В варианте 2 (рис. 6) узловое соединение наклонных стержней, распорок и ферм-диафрагм отличается от варианта 1 тем, что вместо модуля быстрозамыкаемого соединения конструкций в узловом элементе применено фланцевое болтовое соединение.

Выводы.

1. Структурные башенные конструкции отличаются от традиционных башен тем, что у них вместо поясов и раскосов применяются наклонные трубчатые стержни. Такое конструктивное решение снижает металлоемкость, способствует унификации элементов и повышает архитектурную выразительность башен.

2. Модуль быстрозамыкаемого монтажного соединения конструкций обеспечивает воспри-

ятие действующих знакопеременных усилий. Соединение – самонаводящееся, точной наводки. При быстрозамыкаемом соединении конструкций сокращаются трудозатраты, повышается безопасность монтажа, что в свою очередь снижает стоимость возведения башен.

3. Соединение наклонных стержней и распорок с узловыми элементами болтами, работающими на двойной поперечный срез, в 2,2 раза увеличивает несущую способность болта по сравнению с болтами, работающими на растяжение во фланцевых соединениях. Это позволяет уменьшить количество или диаметр болтов.

4. Узловые элементы двух вариантов соединений просты и технологичны в изготовлении.

- [1] Патент RU 2178494, E04H12/08, Сетчатая башня, Б.В.Остроумов, публ. 20.01.2002
 [2] Патент UA 55175, E04B1/58, E04B1/38, Устройство для монтажного соединения конструкций, А.В. Шимановский, Л.О. Кагановский, Л.М. Раскин. публ. 10.12.2010, бюл. № 23.

- [3] Шимановский А.В., Кагановский Л.О., Раскин Л.М. Быстрозамыкаемое монтажное соединение конструкций. // Промышленное строительство и инженерные сооружения. – 2012. – № 3. – С. 39–42.
 [4] Патент UA 891, E04B1/58, Узел крепления трубчатого элемента решетчатой конструкции, Л.О. Кагановский, публ. 15.12.93, бюл. № 2.

Надійшла 27.08.2012 р.

Вітаємо із 60-річчям

ОГЛОБЛЮ

ОЛЕКСАНДРА ІВАНОВИЧА

відомого вченого у галузі будівельної механіки, розрахунку, конструювання і автоматизованого проектування будівельних конструкцій, споруд і мереж, заслуженого діяча науки і техніки України, доктора технічних наук, професора, директора Українського державного науково-дослідного і проектно-вишукувального інституту «УкрНДІводоканалпроект», члена редакційної колегії журналу «Промислове будівництво та інженерні споруди»

Оглобля Олександр Іванович після закінчення вищого навчального закладу, аспірантури і успішного захисту кандидатської дисертації працював молодшим, старшим, провідним і головним науковим співробітником Науково-дослідного інституту будівельної механіки Міносвіти України. З 1995 р., захистивши докторську дисертацію, п'ять років обіймав посади професора Київського національного університету будівництва і архітектури, а у 2000–2006 рр. – вченого секретаря і завідувача науково-дослідного відділу ВАТ «УкрНДІпроектстальконструкція імені В.М. Шимановського». З квітня 2006 року і дотепер є директором



Українського державного науково-дослідного і проектно-вишукувального інституту «УкрНДІ-водоканалпроект», який спеціалізується на дослідженні, проектуванні та нормативному забезпеченні систем водопостачання, водовідведення та промислових гідротехнічних систем.

Під його керівництвом «УкрНДІводоканалпроект» успішно виконує функції базової і територіальної організації в галузі водопостачання, водовідведення та промислових гідротехнічних споруд, а також функції головної організації – генерального проектувальника хвостових господарств гірничо-збагачувальних комбінатів України з впровадженням в практику будівництва новітніх технологій, сучасних матеріалів та устаткування. За безпосередньою участю О.І. Оглоблі розроблено проекти водопостачання та водовідведення для житлових масивів, а також для металургійних комбінатів «Ворскла-Сталь» у м. Комсомольськ та м. Біла Церква, проекти: очисних споруд для міст Бориспіль та Комсомольськ, дренажних систем і систем будівельного водозниження для НСК «Олімпійський», шламосховищ для Миколаївського глиноземного заводу, Вільногірського гірничо-металургійного комбінату, Полтавського, Східного, Північного, Інгулецького гірничо-збагачувальних комбінатів та інших.

Олександром Івановичем розроблена уточнена теорія розрахунку на міцність та стійкість несучих елементів шаруватих конструкцій на довільні навантаження з урахуванням дефектів типу розшарувань. Результати його досліджень широко висвітлювались на багатьох міжнародних наукових конференціях. Він є автором більш ніж 180 наукових праць, серед яких 6 монографій.

О.І. Оглобля – член Національного комітету України з теоретичної та прикладної механіки, професор Національного авіаційного університету, член Атестаційної архітектурно-будівельної комісії Мінрегіону України, двох

спеціалізованих вчених рад із захисту дисертацій та декількох редакційних колегій наукових журналів.

Як вчений секретар секції Науково-координаційної та експертної ради з питань ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин при Президії Національної академії наук України та член Науково-технічної ради Мінрегіону України бере участь в організації і координації робіт з оцінки технічного стану та надійності будівельних конструкцій і інженерних мереж промислових об'єктів України, розробленні нормативної бази в галузі будівництва. Є головою Технічного комітету стандартизації 306 «Інженерні мережі та споруди».

За особисті заслуги та вагомі досягнення у професійній та викладацькій діяльності нагороджений знаком «Відмінник освіти України», Почесними грамотами Президії НАН України, Академії будівництва України, Київського міського голови, нагрудним знаком II ступеня «Почесний працівник житлово-комунального господарства України», нагрудним знаком I ступеня «Почесний працівник житлово-комунального господарства України», Почесною грамотою Мінрегіону України.

◆◆◆◆◆
Щиро зичимо Олександрю Івановичу доброго здоров'я, творчої наснаги та подальших успіхів у професійній діяльності

Вітаємо із 60-річчям КОРОЛЬОВА ВОЛОДИМИРА ПЕТРОВИЧА

**провідного фахівця з питань корозії та протикорозійного захисту,
доктора технічних наук, професора, директора Донбаського центру технологічної безпеки
ТОВ «Укрінсталькон ім. В.М. Шимановського», члена редакційної колегії журналу
«Промислове будівництво та інженерні споруди»**

Володимир Петрович Корольов закінчив Макіївський інженерно-будівельний інститут за фахом інженер-конструктор на Донецькому заводі металевих конструкцій, в інституті «Воєнпроект-42». У 1983 р. закінчив аспірантуру Донецького політехнічного інституту. Протягом 1984–2001 рр. обіймав посади асистента, доцента, професора кафедри «Металеві конструкції», проректора з наукової роботи Донбаської національної академії будівництва і архітектури.

У 1985 р. захистив кандидатську дисертацію «Прогнозування та підвищення довговічності сталевих конструкцій у корозійних середовищах промислових підприємств», у 1996 р.

– докторську на тему «Конструктивні, технологічні та експлуатаційні фактори довговічності сталевих конструкцій у корозійних середовищах».

З 2003 р. директор Донбаського центру технологічної безпеки (ДонЦТБ) ТОВ «Укрінсталькон ім. В.М. Шимановського». Під його керівництвом розроблені та впроваджені заходи безпеки для понад 500 об'єктів гірничо-рудної, вугільної, металургійної, машинобудівної, хімічної промисловості, інфраструктури транспорту та зв'язку в основних галузях економіки Донбасу.

Наукова, професійна та громадська діяльність Володимира Петровича пов'язана з безпосередньою участю у розробленні основних засад, принципів формування нормативних вимог у сфері захисту металевих конструкцій від корозії з урахуванням положень Директиви Європейського парламенту та Ради ЄС 2001/95/ЄС від 3 грудня 2001 р. «Щодо загальної безпеки продукції». Володимир Петрович багато зусиль доклав для розвитку сучасної матеріальної бази експериментальних досліджень корозійної стійкості та довговічності конструкцій. У ДонЦТБ створено випробувальну лабораторію «Антикор-Дон», яка одержала атестат Національного Агентства з Акредитації України відповідно до вимог ISO/IEC 17025. Розвинуто новий методологічний підхід до розрахунків граничних станів сталевих конструкцій за рівнем корозійної небезпеки. Більш ніж 250 фахівців промислових підприємств підвищили кваліфікацію та одержали атестаційні сертифікати за корпоративною програмою



«Менеджмент технологічної безпеки будівель і споруд», яка розроблена науковцями ДонЦТБ.

З 2009 р. В.П. Корольов – завідувач кафедри «Будівництво, технічна експлуатація, реконструкція» ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», здійснює наукове керівництво роботою студентів, магістрантів, аспірантів та докторантів. За його ініціативи в ПДТУ створено науково-навчальний центр «Техноресурс», Південно-східну дослідну станцію з випробувань металів та захисних покриттів. Він є дійсним членом Академії будівництва України, членом Міжвідомчої Ради з проблем корозії і протикорозійного захисту металів при

Президії НАН України, головою підкомітету ПК-4 «Протикорозійний захист у металобудівництві» Технічного комітету із стандартизації ТК-301 «Металобудівництво», членом ТК-310 «Промислове будівництво», членом правління Української асоціації корозіоністів, президентом регіонального благодійного фонду «Наука і освіта для прогресу будівництва».

Як провідний фахівець з питань корозії та протикорозійного захисту ТОВ «Укрінсталькон імені В.М. Шимановського» В.П. Корольов виконує науково-технічний супровід об'єктів загальнодержавного значення, серед яких споруди Нового Безпечного Конфайменту, ЄВРО-12 та ін. В.П. Корольов – автор понад 300 наукових праць, серед яких 9 авторських свідоцтв і патентів України, 7 монографій і навчальний посібник, 17 нормативних документів. Підготував вісьмох кандидатів наук. Учасник багатьох міжнародних і європейських конференцій і конгресів, які проходили у Великобританії, Іспанії, Німеччині, Італії, Польщі, Португалії, Російській Федерації, Словаччині, Туреччині, Угорщині, Фінляндії, Франції, Чехії, Швеції.

За високий професіоналізм, вагомі здобутки у науково-технічній і проектно-конструкторській діяльності В.П. Корольов нагороджений Почесними грамотами Міністерства освіти, Президії НАН, Академії будівництва, Державного Комітету з будівництва та архітектури, має почесне звання «Заслужений діяч науки і техніки України».



Щиро зичимо Володимирі Петровичу доброго здоров'я, миру, натхнення та подальших успіхів у професійній діяльності

ДО ВІДОМА ДОПИСУВАЧІВ ЖУРНАЛУ !

Вимоги щодо публікації статей:

- Текст статті в електронному виді, фото авторів, авторська довідка (для наукових статей ще анотація мовою статті та англійською, ключові слова, УДК), підготовлені у Microsoft Word, а також у роздрукованому виді.
- Ілюстрації надаються підготовленими у Adobe Photoshop або Microsoft Word, Excel чи на паперових носіях для сканування. Формат надання – tif, eps, jpg, psx – 300 dpi.
- Роздрукований текст статті підписується усіма авторами, електронні та роздруковані варіанти повинні бути ідентичними.
- Авторська довідка має містити наступні дані: прізвище, ім'я та по батькові повністю, місце роботи, посада, науковий ступінь, вчені звання, а також номер контактного телефону та електронну адресу.

**ЖУРНАЛ МОЖНА ПЕРЕДПЛАТИТИ
У БУДЬ-ЯКОМУ ВІДДІЛЕННІ ДП «ПРЕСА»
(передплатний індекс – 98848)
АБО ЗАМОВИТИ У РЕДАКЦІЇ ЖУРНАЛУ**

Видавець ТОВ «Укрінсталькон ім. В.М. Шимановського»

Рекомендовано до друку вченою радою ТОВ «Укрінсталькон ім. В.М. Шимановського» (протокол № 2 від 11.06.2015 р.)

Адреса редакції та видавця: вул. В. Шимановського, 2/1, Київ, 02660,
ТОВ «Укрінсталькон ім. В.М. Шимановського»

тел. (044) 516-52-85, e-mail: redakpbis@urdisc.com.ua

Оригінал-макет підготовлений редакцією журналу «Промислове будівництво та інженерні споруди»
Комп'ютерна верстка та дизайн – **Цапро Т.І.**
Дизайн обкладинки – **Артюшенко В.С.**


Підписано до друку 09.06.2015 р. Формат 60 × 84/8. Папір крейдяний. Друк офсетний. Ум.-друк. арк. 8,1.

Тираж 300 прим.

Віддруковано ТОВ «Поліпрінт», вул. Лугова, 1-А, м. Київ, 04074, тел. 464-17-91

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1250 від 22.02.2003 р.

- * Оформлення, стиль та зміст журналу є об'єктом авторського права і захищається законом
- * Передрук розміщених у журналі матеріалів дозволяється тільки за письмовою згодою редакції
- * Відповідальність за підбір та висвітлення фактів у статтях несуть автори
- * За зміст реклами відповідає подавач
- * Редакція не завжди поділяє думку авторів
- * Редакція залишає за собою право редагувати та скорочувати подані матеріали



СТАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПОЗВОЛЯЮТ
СУЩЕСТВЕННО СОКРАТИТЬ СРОКИ
СТРОИТЕЛЬСТВА МНОГОЭТАЖНЫХ
КОММЕРЧЕСКИХ ЗДАНИЙ И ПОЛУЧИТЬ
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ АРЕНДНЫЙ ДОХОД*

*По итогам исследования Украинского Центра
Стального Строительства офисный центр площадью
42 000 м² с широкопролетной схемой в стальном
каркасе 7,5X15 м можно ввести в эксплуатацию на
26 недель ранее его бетонных аналогов, получив
дополнительный арендный доход в размере \$4,6 млн

УЦСС предоставляет техническую поддержку в создании экономически эффективных концепций проектов коммерческой недвижимости, консультирует по вопросам, связанным с огнезащитой стальных конструкций, а также оказывает содействие в реализации объектов недвижимости на всех этапах жизненного цикла.

www.uscc.com.ua



УКРАИНСКИЙ ЦЕНТР
СТАЛЬНОГО
СТРОИТЕЛЬСТВА

Промислове будівництво та інженерні споруди. – 2015. – № 2, 1–48. Індекс 98848

