

Висновки

Отримані дані вказують на те, що розрахунковий метод визначення несучої здатності паль надає значно завищені результати. Так по результатах розрахунку і по таблицях і з використанням формули (1) можливо було прийняти палю довжиною не 12м, а 9м. Таким чином твердження п.Н.2.1, що «для попередніх розрахунків

допускається f_i приймати за таблицею Н.2.2», необхідно викласти в наступній редакції «результати визначення несучої здатності паль за формулою Н.2.1 необхідно використовувати тільки для попередніх розрахунків. Остаточні проектні рішення необхідно приймати по результатах польових випробувань паль статичним навантаженням за вимогами ДСТУ Б.В.2.1-1-95».

Список використаної літератури:

1. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти будівель і споруд. Зміна №1 – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 58 с.
2. Технический отчет об инженерно-геологических изысканиях под строительство комплекса по производству кормов в г. Ладыжин шифр 3266. ОАО «ССК «Водопроект» г.Винница, 2009.-43с
3. Технический отчет об дополнительных инженерно-геологических изысканиях под строительство комплекса по производству кормов в г. Ладыжин. ОАО «ССК «Водопроект» г. Винница, 2010.-38с
4. Заключение о статических испытаниях грунтов забивными сваями на площадке строительства комплекса по производству кормов ЗАТ «Зернопродукт МХП» в г. Ладыжин Винницкой области.ООО «Гидроспецфундаментстрой» - г. Запорожье 2010 -34с.
5. ДСТУ Б В.2.1-1-95 (ГОСТ 5684-94) «Грунти. Методи польових випробувань палями», г. Киев. 1997-58с.

В статье анализируются результаты определения несущей способности забивных свай расчетными методами в соответствии с требованиями «ДБН В.2.1-10 -2009. Изменение №1» и сравниваются с результатами полевых испытаний.

Results of calculation of stilts under requirements ДБН2.1.-10-2009 and their comparison with results of a field test are resulted.

Дата надходження в редакцію: 13.04.12 р.

Рецензент: к.т.н., професор Кожушко В.П.

УДК 624.07

КОМП'ЮТЕРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ВАРІАНТІВ ЗЛЕГШЕНИХ ПОКРИТТІВ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ЗІ СТАЛЕВИМ КАРКАСОМ

С.В. Паустовський, Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

В статті пропонується впровадження легких металевих конструкцій в покриттях промислових будинків великих прогонів (36 м і більше), використовуючи комп'ютерний аналіз.

Постановка проблеми у загальному вигляді.

Поняття легких металевих конструкцій одноповерхових промислових споруд включає в себе несучі та огорожуючі конструкції, які виготовляються на сучасних поточних та механізованих лініях і доставляються на будівельний майданчик комплектно, що забезпечує швидкісний монтаж. Для сучасних легких металевих конструкцій характерне використання ефективних марок сталей та профілів прокату, сучасних монтажних з'єднань на високоміцних болтах або самонарізних гвинтах, фланцевих з'єднань та інших сучасних будівельних матеріалів, виробів та з'єднань елементів конструкцій.

У світовій практиці легкі металеві конструкції складають близько 50% загального об'єму будівництва споруд промислового призначення. В Україні об'єм будівництва споруд з цього виду конструкцій оцінюється не більше 20% від загального об'

єму будівництва. Тож даний вид конструкцій потребує подальшого розвитку та вдосконалення.

З легких металевих конструкцій (ЛМК) в основному будуються споруди комплектної поставки. Будівлі з легких металевих конструкцій комплектної поставки можуть мати висоту до 18 м, прогони до 30 м, постійне навантаження на покриття 50-140 кг/м², витрати металу на несучі та огорожуючі конструкції приблизно 50–100 кг/м². В будівлях з ЛМК можуть використовуватися підвісні крани вантажністю до 5 т і мостові крани вантажністю до 50 т.

На відміну від традиційних будівельних металоконструкцій будівель та споруд область діяльності, що пов'язана з розробкою та використанням легких металевих конструкцій, порівняно молода, і ЛМК застосовуються в основному у вигляді елементів покрівельних та стінових огорожень невеликих однопрогонових будівель. Тому дослідження і розробки нових оптимальних конс-

труктивних рішень з їх застосуванням для елементів каркасів і несучих конструкцій покриттів значної кількості великих сучасних промислових будівель є на часі актуальними питаннями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Легкі металеві конструкції комплектної поставки рекомендуються для застосування з відповідним техніко-економічним обґрунтуванням при проектуванні і будівництві опалюваних будівель підприємств машинобудування, приладобудування, легкої, харчової, м'ясо-молочної, радіоелектронної, деревопереробної промисловості, сільськогосподарських будівель, будівель компресорних, виробничо-опалювальних котелень, інших будівель різного призначення: фізкультурно-оздоровчих комплексів, підприємств громадського харчування швидкого обслуговування, виставкових та ринкових павільйонів, кафе та ін. Технічні можливості легких металевих конструкцій дозволяють застосовувати їх практично в усіх кліматичних зонах держави, включаючи важкодоступні райони.

Параметри будівель (розміри прогонів, крок колон, висота, вантажність підвісних та мостових кранів), прийняті в уніфікованих габаритних схемах, вибрані з числа, що найбільш повторюються в будівництві і відповідають вимогам виготовлення конструктивних елементів на поточних технологічних лініях спеціалізованих заводів. При виборі того чи іншого типу конструкції слід керуватися не тільки економією металу та зменшенням витрат праці на виготовлення і монтаж, але й виконувати оцінку приведених витрат на будівлю в цілому з урахуванням витрат на стіни, на відшкодування втрат тепла та вентиляцію. Для аналізу рекомендовано використовувати цільову функцію загальної вартості (приведених витрат) усіх елементів.

Аналіз техніко-економічних показників виробничих будівель з легких металевих конструкцій і будівель з традиційним залізобетонним каркасом з урахуванням приведених витрат [1, 2, 3, 4] показує, що витрати сталі в будівлі з цих конструкцій, приведений до сталі Ст3, в 1,7 – 2,4 рази вище, ніж варіант із залізобетону. В той же час трудомісткість виготовлення та монтажу будівель з ЛМК на 20–30 % менша. При цьому витрати праці на виготовлення конструкції в 2-3 рази нижчі завдяки високому рівню механізації та автоматизації виробництва. Тривалість монтажу будівель з ЛМК, внаслідок великих можливостей суміщення робіт, на 25-40 % менше, ніж при збірному залізобетоні. Маса будівлі з ЛМК в 3-5 разів менша маси будівлі зі збірного залізобетону.

В результаті покращення теплотехнічних властивостей металевих огорожуючих конструкцій з ефективним утеплювачем річні експлуатаційні витрати на опалення по будівлях з ЛМК в 1,5 рази менші порівняно з одношаровими легкобетонними панелями стін та залізобетонними плитами покриття з мінераловатним утеплювачем.

Конструкції розроблені для застосування в опалюваних одноповерхових виробничих будівлях, що споруджуються в 1-4 снігових та вітрових районах при кроці ферм 4 м і 1-3 та 1-4 відповідно при кроці 6м, для розрахункових температур – 40 °С і вище, при розрахунковій сейсмічності до 9 балів.

Будівлі можуть бути як однопрогоновими так і багатопрогоновими, безліхтаревими та з зенітними ліхтарями, без перепадів висот і з перепадом, з прогонами 18, 24, 30м, при висоті будівлі не більше 18м, кроком колон 12м по середніх рядах та 6 або 12м по крайніх рядах. Будівлі можуть бути безкранові, з мостовими кранами груп режимів роботи 6К, вантажністю до 50 т, а також з підвісними кранами вантажністю до 5 т. (рис.1)

Металоконструкції покриття призначені для безпрогонного рішення покрівлі з безпосереднім спиранням профільованого настилу на верхній пояс кроквяних ферм. При кроці ферм 4м приймають настил за ГОСТ 24045-94 Н57-750-0,7-0,8 та Н75-750 -0,8-0,9.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.

Всі відомі типові конструктивні рішення промислових будівель із застосуванням ЛМК розроблені для будівель з жорстко визначеними показниками:

- максимальний прогін будівлі – до 30 м, при наявності промислових будівель прогонами 36 м і більше;
- кількість прогонів - від одного до трьох, без врахування можливого блокування декількох позовжних і поперечних прогонів;
- спирання легких ферм на колони - шарнірне, без розробки можливих варіантів жорсткого поєднання ферм покриття з колонами на твердих та скальних ґрунтах основи (при жорсткій схемі зусилля в елементах рами розподіляються більш рівномірно, що забезпечує значну економію сталі);
- в якості утеплювача в конструкціях покриття передбачаються жорсткі та напівжорсткі мінераловатні плити з об'ємною вагою до 250 кг/м³, при наявності сучасних ефективних утеплювачів щільністю 40 - 50кг/м³;
- розстановка кроквяних ферм – 4 м, при кроці колон крайніх рядів 6 м, середнього ряду – 12 м, що призводить до необхідності встановлення підкроквяних ферм як по середніх, так і по крайніх рядах колон. При кроці ферм покриття 6м відпадає необхідність в підкроквяних фермах, що також забезпечує значну економію сталі.

Формулювання мети досліджень, що висвітлюється в статті.

Метою досліджень, наведених у цій роботі, є виявлення оптимального варіанту конструктивної схеми багатопрогової промислової будівлі з прогонами більше 30 м зі стандартними кроками колон 6 та 12 м із застосуванням ЛМК та легких сучасних утеплювачів покриття в комплексних панелях настилу. Дослідження виконуються шля-

хом складання декількох варіантів математичних моделей і аналізу комп'ютерних статичних розрахунків варіантів розрахункових схем цих моделей.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Конструктивна та розрахункові схеми досліджуваних математичних моделей представлені нижче на рис.1, 2 та 3.

Настил, закріплений до верхніх поясів кроквяних ферм, передає вертикальне навантаження з покрівлі на кроквяні ферми, розв'язує верхні пояси з площини і виконує роль горизонтальних зв'язків покрівлі, таким чином забезпечується просторова жорсткість покриття і споруди в цілому.

Вертикальні та горизонтальні навантаження від маси покрівлі і кліматичного впливу передаються через кроквяні ферми на колони, зв'язки та фундаменти. Спирання кроквяних ферм на коло-

ни приймається в двох варіантах: шарнірним та жорстким. Кроквяні ферми запроектовані із замкнутих гнutoзварних профілів з паралельними поясами з ухилом 1,5 %, трикутною решіткою. Висота ферм по зовнішніх гранях поясів – 2000 мм, відстань між вузлами по верхньому поясу 3000 мм. Ферми прогоном 36 м виготовляються з чотирьох відправочних марок. Монтажні вузли кроквяних ферм виконуються на фланцях болтами нормальної точності. Зменшення кількості сталі в порівнянні з традиційними кутиковими вирішеннями на 15% здійснюється за рахунок використання ефективного замкнутого тонкостінного коробчастого профілю, безфасоночного кріплення решітки до поясів, використання безпрогонового спирання настилу на ферми (Рис. 4 та 5).

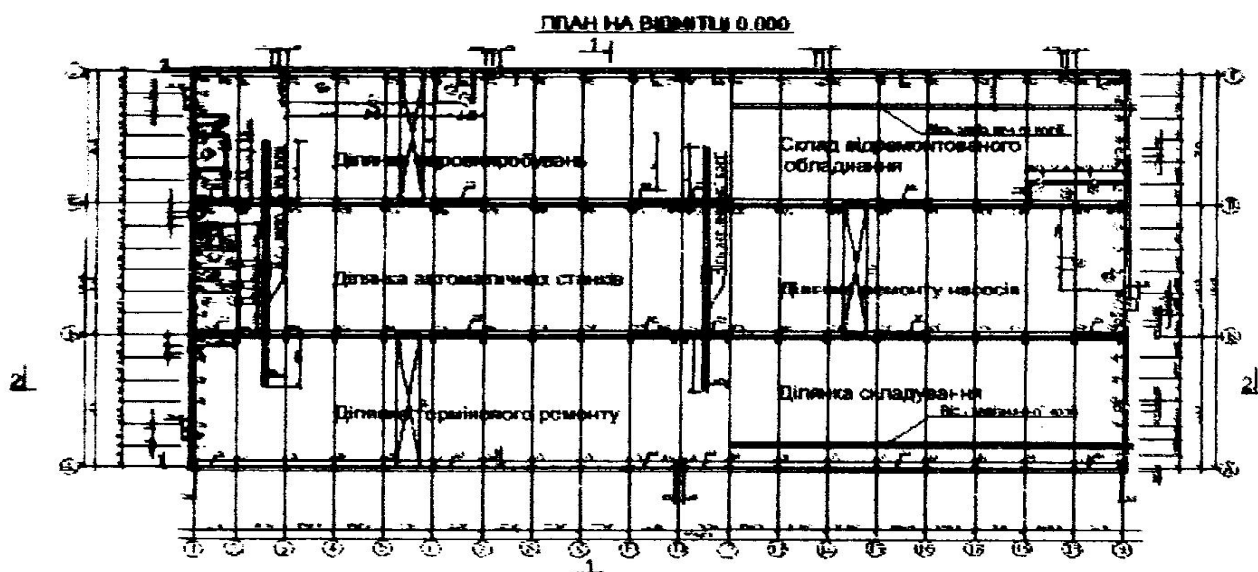


Рис.1.План цеху в традиційних конструкціях

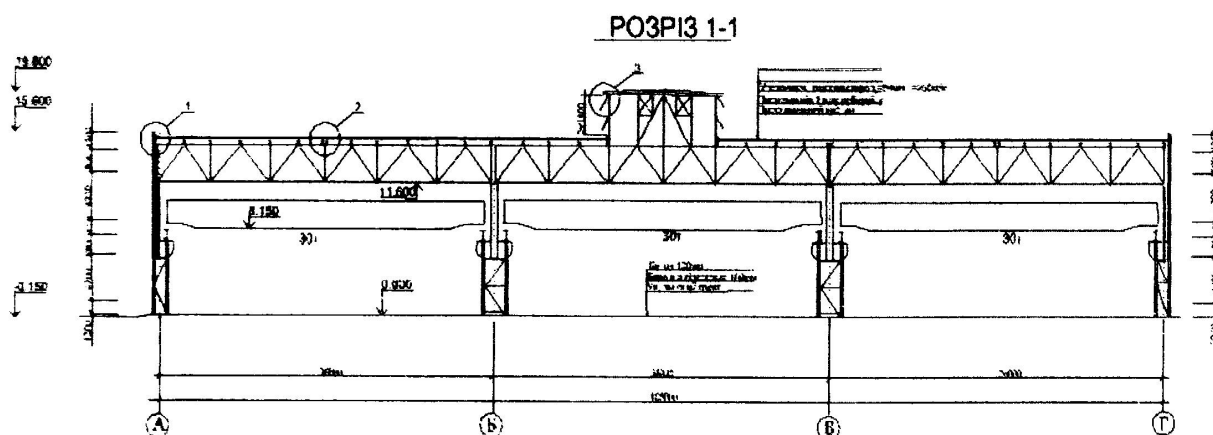


Рис.2. Поперечний розріз в традиційних конструкціях

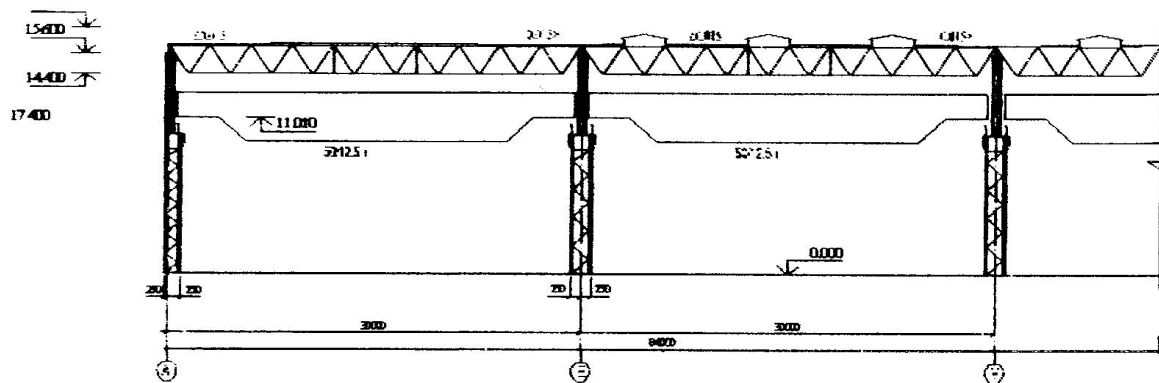


Рис.3. Поперечний розріз в легких металевих унструкціях

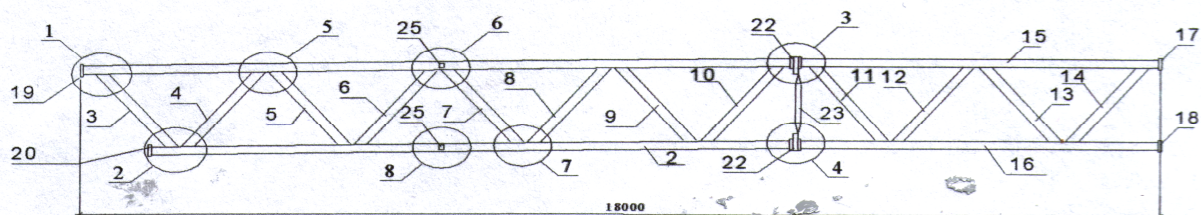


Рис.4. Збірний елемент ферми з ЛМК

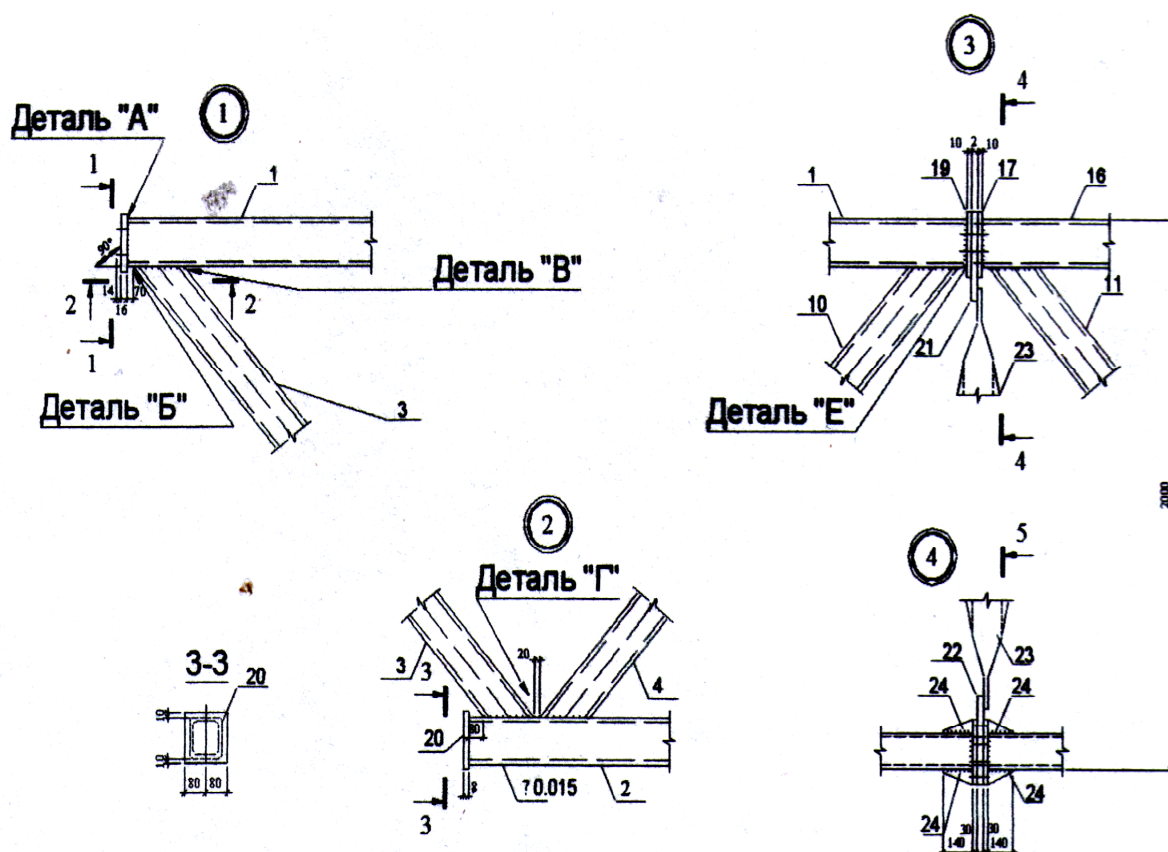


Рис.5. Вузли поєднань стержнів решітки і поясів ферми з ЛМК

Крок колон для крайніх рядів – 6 м, для середніх 12 м. Підкранова і надкранова частини колони приварені встик до полиць горизонтально розміщеного двотавра, що створює підкранові колони. Для забезпечення точності установки анкерних болтів і вивірки їх в горизонтальному та вертикальному напрямках анкерні болти рекомендується установлювати у вигляді уніфікованих жорстких блоків. При монтажі колони установлюються на раніше вивірені нижні гайки та шайби опорної плити колони. Остаточне закріплення колони виконується верхніми гайками та шайбами. Для вертикальних зв'язків передбачені фасонки, які приварюються до колони на монтажі для зменшення кількості марок колон. Зв'язки запроєктовані з гнutoзварних профілів, кріплення передбачене на болтах.

Нижче наведені для порівняння специфікації сталі на відправочні марки ферм покриття з рівнополичних кутиків і з гнutoзварних тонкостінних профілів.

Так, на виготовлення однієї відправної марки ферми з рівнополичних кутиків витрати сталі складають 1823 кг, а витрати сталі на таку ж по величині прогону ферму з такими ж самими кліматичними умовами будівництва і схожим техно-

логічним призначенням будинку – всього 1409 кг. Тільки економія сталі складає 414 кг, або 29,4%, Якщо підрахувати економію сталі на будівництві однопрогонового промислового будинку довжиною в середньому 240 м, то економія складатиме приблизно 33 т.

Ці цифри підтверджують необхідність використання ЛМК при проектуванні і будівництві не тільки промислових, але й цивільних об'єктів - торговельних, виставкових, розважальних комплексів, а також об'єктів сільсько-господарського призначення, в яких застосовуються сталеві каркаси і сталеві елементи покриття та огорожуючих конструкцій з ефективними і надзвичайно легкими сучасними утеплючими, звукоізоляційними та гідроізолюючими матеріалами. Крім того, сучасна комп'ютерна техніка і відповідне досконале програмне забезпечення дозволяють в процесі проектування цих об'єктів провести досконалий аналіз декількох альтернативних варіантів конструктивних рішень таких будівель з вибором найбільш ефективного і оптимального.

Такі дослідження і аналіз передбачені при виконанні магістерської роботи студента 5 курсу будівельного факультету СНАУ 2012 року Забара Я.О.

Таблиця 1.

Специфікація сталі на відправну марку ферми з рівнополичних кутиків

Відправна марка	Позиція	Кількість	Переріз. мм	Довжина, мм	Маса (кг)		
					Шт.	Загальна	Сталь
Ферма Ф 1	1	1	2L125*9	12079	417,9	417,9	С 245
	2	1	2L 63*5	14520	139,7	139,7	
	3	1	2L 140*10	5957	256,2	256,2	
	4	1	2L 125*9	4870	168,5	168,5	
	5	1	2L 125*9	5144	178	178	
	6	1	2L 125*9	4115	177	177	
	7	1	2L 140*10	4115	177	177	
	8	1	2L 50*5	4385	33	33	
	9	1	2L 90*7	3878	74,7	74,7	
	10	1	2L 90*7	2665	51,4	51,4	
	11	1	2L 50*5	3560	26,8	26,8	
	12	1	- 340*10	485	12,9	12,9	
	13	1	-360*10	500	14,	14	
	14	1	-270*10	360	3,2	3,2	
	15	1	-110*10	370	7,6	7,6	
	16	1	-250*10	350	6,8	6,8	
	17	1	-280*10	430	9,4	9,4	
	18	1	-380*10	385	11,4	11,4	
	19	1	-230*10	270	4,8	4,8	
	20	1	-180*10	280	3,9	3,9	
	21	1	-26*5	140	2,9	2,9	
	22	1	-115*10	180	1,6	1,56	
	23	1	-110*10	180	1,5	1,5	
	24	1	-60*10	180	0,8	4	
	25	1	-60*10	165	2	26	
	+ 1% на наплавлені шви -				1823,3		

Таблиця 2.

Специфікація сталі на відправну марку ферми з гнutoзварних тонкостінних профілів

Відправна марка	Позиція	Кількість	Переріз Гн□	Довжина, м	Маса (кг)		Разом
					Шт.	Загальна	
ФС 30-1.5	1	1	180*140*6	11,796	29,01	342	1396
	2	1	140*6	10,29	25,24	259	
	3	1	120*5	2,5	18,06	45	
	4	1	100*4	2,5	12,04	30	
	5	1	100*4	2,5	12,04	30	
	6	1	100*4	2,5	12,04	30	
	7	1	100*4	2,5	12,04	30	
	8	1	100*4	2,5	12,04	30	
	9	1	100*4	2,5	12,04	30	
	10	1	100*4	2,5	12,04	30	
	11	1	100*3	2,5	9,05	23	
	12	1	100*3	2,5	9,05	23	
	13	1	100*3	2,5	9,05	23	
	14	1	100*3	2,5	9,05	23	
	15	1	180*140*6	5,796	29,01	168	
	16	1	140*6	5,796	25,24	146	
	17	1	300*210*16	-	7,8	15,6	
	18	1	300*30	300	21,06	4212	
	19	1	300*210*16	-	7,8	15,6	
	20	1	160*8	160	1,6	3,2	
	21	1	321*300*8	-	5,8	5,8	
	22	1	400*300*8	-	7,5	7,5	
	23	1	80*3	1,42	7,54	7,5	
	24	1	100*8	0,14	0,8	3,2	
	25	1	80*7	0,14	8,51	34	
+ 1% на наплавлені шви							1409

Висновок:

Застосування ЛМК в промислових будівлях з великими прогонами (36м і більше). Замість традиційних з фасонного прокату, з використанням

комп'ютерного дослідження конструктивних варіантів рішень покриття і вибором оптимального варіанту дозволяє досягти значної економії матеріальних ресурсів.

Список використаної літератури:

1. Лёгкие металлические конструкции одноэтажных производственных зданий / [под редакцией И.И.Ищенко] – М.: Стройиздат, 1987.
2. Сахновский М.М. Легкие конструкции стальных каркасов зданий и сооружений / М.М. Сахновский - Київ, Будівельник, 1984.
3. Экономические аспекты развития производства легких металлических конструкций / [И.Л.Апарин и др.]; под редакцией проф. Чистякова А.М.
4. Брудка Я., Лубински М. Лёгкие стальные конструкции / Я. Брудка, М.М. Лубински, - Стройиздат, 1974
5. Руководство по проектированию стальных конструкций из гнутосварных замкнутых профилей / ЦНИИпроектстальконструкция, М., 1987.
6. Стальные конструкции покрытий производственных зданий пролётами 18, 24 и 30м с применением замкнутых гнутосварных профилей прямоугольного сечения типа «Молодечно». Чертежи КМ. Серия 1.460.3-14/90. Выпуск 2.
7. Стальные конструкции покрытий производственных зданий с применением гнутосварных профилей. Серия 1.460.3 – 23/98.

В статье предлагается внедрение легких металлических конструкций в покрытиях промышленных зданий больших пролетов (36 м и более), используя компьютерный анализ.

This paper presents the implementation of light metal structures in the coatings industrial buildings large runs (36 m or more), using computer analysis.

Дата надходження в редакцію: 19.04.12 р.

Рецензент: д.т.н., професор Симановський В.І.