

УДК 539.3

ВРАХУВАННЯ СНІГОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПОКРІВЛЮ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ

П.О. Іваненко¹,
канд. техн. наук

¹*Київський національний університет будівництва і архітектури
Повітрофлотський просп., 31, м. Київ. 03680*

Наведені обґрунтування для вибору схеми снігових навантажень при проектуванні сталевих решітчастих конструкцій на плоских покрівлях.

На базі основних положень ДБН [1] отримано схему снігового навантаження. Проведені чисельні дослідження для обґрунтування достовірності результатів.

Ключові слова: проектування, схеми снігових навантажень, сталеві решітчасті конструкції.

Вступ. Використання сонячної енергії в енергетиці дуже актуальна тема не тільки сьогодні, але і в майбутньому – у всьому світі іде тенденція до альтернативних, екологічно чистих джерел енергії.

При закінченні будівництва «Агропромислового комплексу по зберіганню сільськогосподарської продукції» у Київській області була отримана плоска площа понад 15500 м² на відмітці +10.3м над рівнем денної поверхні землі і де повністю відсутня тінь.

Виникла ідея: встановити сонячні батареї на покрівлі овочесховища.

При проектуванні сталевих решітчастих конструкцій сонячних батарей виникли проблеми з міцністю панелей та встановленням схеми снігового навантаження на покриття.

У додатку «Ж» ДБН [1] відсутня подібна схема навантаження.

1. Будівля овочесховища. Будівля одноповерхова, із збірного залізобетонного каркасу з шагом колон 24х12м та плоскою не утепленою покрівлею з панелей марки 1ПГ12 АПІ вт по серії 1.465. 1-3/80 в 0...8. Ухил покрівлі складає 3°. Розміри в плані будівлі 144х108м.

Будівля спроектована проектним інститутом «ДІПРОМІСТО» Волинська філія м. Луцьк.

Згідно проекту всі технологічні трубопроводи, кабеля енергопостачання в лотках (25 кг/м.п.), трубопроводи системи пожеарногасіння та води, холодильне обладнання (конденсатори повітряні вагою 2400кг та 1900кг) та стелі холодильних і морозильних камер – це все на тяжках підвішується на панелі.

При виконанні робіт по проектуванню сталевих решітчастих конструкцій сонячних батарей автор прийняв рішення зняти навантаження із всіх тяжів.

Всі труби (технологічні трубопроводи, кабеля, пожарногасіння та води) були розміщені на підвісах 5-7 рівнів, які закріпили на колонах по коридорах.

Всі повітряні конденсатори та стелі холодильних і морозильних камер підвісили на ферми, які обпираються на металевий каркас холодильних та морозильних камер.

Згідно проекту покрівля не утеплена, а покрита наплавленим руберойдом (тобто легко навантажена). Враховуючи відсутність утеплювача, а власна вага сонячних батарей не значна – панелі витримують розрахункове навантаження.

Основне питання - необхідно встановити схему снігового навантаження на покриття.

Сонячні батареї запроєктовано встановити на сталевих решітчастих конструкціях власна вага яких складає до $25-30 \text{ кг/м}^2$.

Сонячні батареї запроєктовано посеційні, розмірами на одну панель покриття $12 \times 3 \text{ м}$ (рис. 1) та з різними стійками по висоті, які враховують ухил 3° .

Основна проблема при проектуванні подібних сталевих решітчастих конструкцій - снігове навантаження на покрівлю.

У додатку «Ж» ДБН [1] відсутня подібна схема навантаження. Оскільки покрівля плоска і на ній змонтовані сталеві решітчасті конструкції то є можливість утворення підвищених снігонакопичень («снігових мішків»).

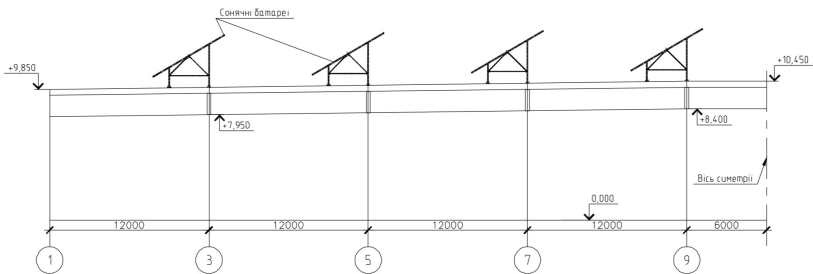


Рис.1.

2. Рекомендації по прийняттю схеми снігового навантаження на плоску покрівлю. При проектуванні автор звертався за роз'ясненнями до розробника ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» у ВАТ «Укрдїпроектстальконструкція» ім. В.М.Шимановського.

Інститут офіційно відказав у рекомендаціях відносно прийняття схеми снігового навантаження на покрівлю.

Автор звернувся до авторів розробників даного розділу норм ДБН [1] в Полтавський Національний технічний університет ім. Ю.Кондратюка, які надали рекомендації до прийняття схеми снігового навантаження на покрівлю.

Оскільки покрівля плоска і сталеві решітчасті конструкції сонячних батарей продуваються вітром, то можливо прийняти, що розрахунок слід вести відповідно до схеми 1 варіант 1 додатку «Ж» ДБН [1]. При цьому утворення підвищених снігонакопичень у місці встановлення сонячних батарей виключається згідно з наступними міркуваннями.

Граничне розрахункове значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття обчислюється за формулою 8.1 норм ДБН [1]:

$$S_m = \gamma_{fm} \cdot S_0 \cdot C,$$

де γ_{fm} - коефіцієнт надійності за граничним значенням снігового навантаження, що визначається згідно з п. 8.11 [1]. Оскільки, дана будівля відноситься до сільськогосподарських, то термін її експлуатації становить 50 років за додатком В [1], тому: $\gamma_{fm} = 1$ згідно з п. 8.11, табл.8.1 [1]; S_0 - характеристичне значення снігового навантаження ($Па$), що визначається згідно з [п. 8.5, 1] і дорівнює вазі снігового покриву на 1 квадратний метр поверхні ґрунту, яке може бути перевищене у середньому один раз за 50 років. Для м. Бровари Київської обл. $S_0 = 1,58 \text{ кПа}$ згідно додатку Е [1]; C - коефіцієнт, що визначається за вказівками 8.6 [1]

$$C = \mu \cdot C_e \cdot C_{alt}, \quad (8)$$

де μ — коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву на поверхні ґрунту до снігового навантаження на покрівлю, який визначається за 8.7, 8.8 [1]. Визначаємо згідно зі схемою 1 дод. «Ж» [1], в даному випадку маємо плоскі покриття з до $\alpha = 10^\circ \dots 15^\circ$ тоді $\mu = 1$; C_e - коефіцієнт, що враховує режим експлуатації покрівлі і визначається за 8.9 [1]; Приймаємо $C_e = 1$; C_{alt} - коефіцієнт географічної висоти, що визначається за 8.10 [1] $C_{alt} = 1$.

Таким чином,

$$S_m = \gamma_{fm} \cdot S_0 \cdot C = 1 \cdot 1,58 \cdot 1 = 1,58 \text{ кПа}.$$

Згідно з досвідом експлуатації та натурними дослідженнями формування «снігових мішків» у даному випадку можливе тільки у випадках утворення між поверхнею покрівлі і низом конструкції сонячної батареї замкненого простору. Це в свою чергу може бути викликане утворенням снігового покриву товщиною понад 800 мм на покрівлі будівлі.

Згідно з рекомендаціями Європейських норм Єврокод-1 [2] та результатами [3, 4], густина (щільність) щойно випавшого снігу, що формує «снігові мішки», становить згідно з досвідом експлуатації та натурними дослідженнями формування «снігових мішків» у даному випадку можливе тільки у випадках утворення між поверхнею покрівлі і низом конструкції сонячної батареї замкненого простору. Це в свою чергу може бути викликане утворенням снігового покриву товщиною понад 800 мм на покрівлі будівлі.

Згідно з рекомендаціями Європейських норм Єврокод-1 [2] та результатами власних напрацювань [3, 4], густина (щільність) щойно випавшого снігу, що формує «снігові мішки», становить $\gamma = 2 \text{ кН/м}^3$. Таким чином, за настання найбільш несприятливих умов, а саме одночасного випадання усієї річної розрахункової кількості снігу, його товщина на покрівлі становитиме:

$$h = Sm / \gamma = 1,58 / 2 = 0,79 \text{ м.}$$

Враховуючи на необхідність у наявності простору під конструкцією сонячної батареї для забезпечення вільного перенесення снігу вітром, потрібно приймати відстань більше 800 мм.

При забезпеченні вільного перенесення снігу вітром по покрівлі, що при цьому виключається утворення «снігового мішка» під сонячною батареєю - у розрахунках конструкцій слід орієнтуватися на додаток «Ж» ДБН [1]: схему 1 варіант 1, тобто рівномірним відкладенням снігу при $\mu = 1$.

Крім того, згідно дослідженнями [5] снігове навантаження на не утеплені залізобетонні покрівлі може бути додатково понижене врахуванням коефіцієнта експлуатації $C_e = 0,8$.

Загальний висновок. При умові забезпеченні вільного перенесення снігу вітром по покрівлі відстань між низом панелі сонячної батареї та поверхнею покрівлі повинна бути більше ніж 800 мм. Така відстань виключає утворення «снігових мішків» і розрахунок конструкцій можна проводити на рівномірне снігове навантаження за схемою 1 варіант 1 додатку «Ж» [1].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи». - Київ, 2006.
2. Eurocode 1 EN 1991-1-3: Actions on Structures –Part 1-3 General actions- Snow Loads/ - Brussels: CEN, 2003/- 56p.
3. Пичугин С.Ф., Махінко А.В. Снеговые и гололедные нагрузки на строительные конструкции. – Полтава: ООО «АСМИ», 2012. – 460с.
4. Дрижук Ю.В. Імовірнісний опис снігового навантаження на покрівлі будівель із перепадами висот: Автореф. дис. К.т.н. /ПНТУ – Полтава. 2012.- 23с.
5. Молька І.В. Вплив теплотехнічних характеристик покриття на величину снігового навантаження: Автореф. дис. К.т.н. /ПНТУ – Полтава. 2012.- 21с.

Иваненко П.А.

УЧЕТ СНЕГОВЫХ НАГРУЗОК НА ПОКРЫТИЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

Приведены обоснования для выбора схемы снеговой нагрузки при проектировании стальных решетчатых конструкций на плоских кровлях.

На базе основных положений ДБН [1] получено схему снеговой нагрузки. Проведены численные исследования для подтверждения достоверности результатов.

Ключевые слова: проектирование, схемы снеговых нагрузок, стальные решетчатые конструкции.