

ископаемого при изменении его производительности. Применение методики возможно, как в случае вовлечении в разработку одного, так и нескольких участков рабочей зоны карьера.

Список литературы

1. Арсентьев А.И. Проектирование горных работ при открытой разработке месторождений / А.И.Арсентьев, Г.А.Холодняков. – М.: Недра, 1994. – 336 с.
2. Ковальчук В.А. Исследование взаимосвязи отставания вскрышных работ и производительности карьера / В.А.Ковальчук // Разработка рудных месторождений.- Кривой Рог, 1999.- Вып. 67. – С. 3-7.
3. Новожилов М.Г. Технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых. Ч.2 / М.Г.Новожилов, В.С.Хохряков, Г.Д.Пчелкин, В.С.Эскин. – Изд-во Недра, 1971. – 552с.
4. Ржевский В.В. Научные основы проектирования карьеров / В.В.Ржевский, М.Г.Новожилов, Б.П.Юматов. – М.: Недра, 1971. – 600 с.
5. Черепанов Е.В. Обоснование технологии горных работ на рудных карьерах, имеющих отставание по вскрыше / Е.В.Черепанов // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф.Решетнева. – 2006. – №5. – С. 267–270.
6. Близиюков В.Г. Один из путей сохранения нормальной ширины рабочей площадки при уменьшении объемов вскрышных работ в карьере / В.Г.Близиюков, С.Ю.Оводенко // Разработка рудных месторождений.– Изд-во: «Техника», 1988.– №45. – С. 11–14.
7. Луценко С. А. Исследование режима горных работ, обеспечивающего достижение максимально возможной производительности карьера по руде / С.А. Луценко // Вісник НТУУ "КПІ". – Київ. – 2017. - Вип. 34. – С34-40.
8. Луценко С.А. Разработка метода определения максимальной, по горным возможностям, производительности карьера по руде / С.А. Луценко // Геотехническая механика. – Днепропетровск, 2017. - №130. С. 168-175.
9. Луценко С. А. Исследование взаимосвязи параметров системы разработки / С.А. Луценко // Вісник ЖДТУ. – Житомир, 2018. - №1 (81). – С. 269-273.
10. Близиюков В.Г. Планирование режима вскрышных работ с учетом производительности карьера по полезному ископаемому / В.Г.Близиюков, А.В.Савицкий, О.Ю.Близиюкова // Горный журнал, 2013. - №5. – С. 4-8.
11. Вилкул Ю.Г. О проблеме отставания вскрышных работ в железорудных карьерах / Ю.Г.Вилкул, С.А.Луценко, О.Ю.Близиюкова // Металлургическая и горнорудная промышленность. – Днепропетровск, 2013. - №3. - С. 92-96.
12. Луценко С.А. Исследование взаимосвязи параметров системы разработки при концентрации горных работ / С.А. Луценко // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування: зб. наук. праць. – Вип. 4 (80). – 2017. – С. 194-203.

Рукопись поступила в редакцию 14.02.2020

УДК 624.042.41

С.І. САХНО, Є.В. ЛЮЛЬЧЕНКО, Л.О. ЯНОВА, О.В. ПИЩИКОВА,
кандидати техн. наук, доценти, Криворізький національний університет

АНАЛІЗ ВІТРОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ЕЛЕМЕНТИ МАЛОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ ІЗ ДВОСХИЛИМ ДАХОМ МЕТОДОМ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ГІДРОГАЗОДИНАМІКИ

Мета. Знаходження вразливих для сильних вітрів місць в конструкції будинків з двоххилим дахом, що не враховуються стандартною методикою обліку вітрових навантажень.

Методи досліджень. Для дослідження розроблена математична твердотільна модель будинку з двоххилим дахом. Розрахунок навантажень, згідно ДБН проводився в програмному комплексі SCAD ++, моделювання розподілу вітрових навантажень твердотільної моделі виконувалося в програмному комплексі SolidWorks корпорації Dassault Systemes. Дослідження проводилися з урахуванням статичних вітрових навантажень при швидкості вітру 25 м/с. Розглядалися впливи з фронтального, бокового та діагонального вітру.

Наукова новизна. В результаті досліджень отримав подальший розвиток метод кінцевих елементів для підвищення надійності елементів будівель, що зазнають вітрові впливи які відрізняються від стандартних. Виявлено значні вітрові впливи в районі піддашкового звису спроможні спричинити руйнування даху. Виявлено, що розподілення вітрових навантажень знайдених методом обчислювальної гідрогазодинаміки не співпадає з розподіленням вітрових навантажень відповідно до ДБН В.1.2-2: 2006.

Практичне значення. Запропонована методика дозволяє, приймаючи за базу стандартні вітрові навантаження, забезпечити більш надійну, довговічну і безпечну роботу елементів даху будівлі, які зазнають вітрових впливів, що відрізняються від стандартних.

Результати. Виявлені розподілення вітрових навантажень на стіни і дах при різних напрямках вітру. Показано, що навантаження не має рівномірно розподілений характер, а концентрується в особливих точках конструкції будівлі. Особливі вітрові впливи спостерігаються в зонах козирків даху та карнизних звисів. В цих зонах на площину даху одночасно діє позитивний тиск знизу і негативний тиск зверху. Різниця в тисках створює великі відривні зусилля

спроможні відірвати дах від будівлі. Запропонована методика дозволяє швидко виявляти нестандартні, стосовно до вітрового навантаження, вузли і з урахуванням виявлених додаткових вітрових впливів знаходити методи їх підсилення.

Ключові слова: вітер, вітрове навантаження, малоповерхове житлове будівництво, конструювання.

doi: 10.31721/2306-5435-2020-1-107-26-32

Проблема та її зв'язок з науковими і практичними завданнями. Дослідження клімату України [1] свідчать про те, що протягом останніх десятиліть температура і деякі інші метеорологічні параметри відрізняються від значень кліматичних норм (усереднені значення за період 1961-1990 рр.).

Стихійні метеорологічні явища (СМЯ) є найнебезпечнішим проявом нестабільності клімату. Протягом останнього десятиріччя в усьому світі (включаючи Україну) їх кількість зростає. У багатьох випадках вони характеризуються значною інтенсивністю, завдають істотної шкоди економіці і призводять до людських жертв [2]. За висновком Четвертої доповіді з оцінки змін клімату [3], Україна не входить до числа найбільш уразливих до глобального потепління регіонів планети, але як свідчать результати досліджень, прояв кліматичних змін в Україні вже спостерігається, і буде тривати в найближчі десятиліття.

Найпоширеніші СМЯ в Україні - дуже сильний дощ, який може стати причиною надзвичайних ситуацій: катастрофічних злив, селів, повеней, затоплень значних територій сільськогосподарських угідь, житлових і виробничих приміщень і навіть призвести до змін ландшафту.

Друге місце серед СМЯ займає сильний вітер (19%) і явища, пов'язані з ним (шквал, смерч, пилова буря). За період 1986 - 2019 рр. було зафіксовано 498 випадків сильного вітру. Якщо врахувати всю вітрову діяльність в комплексі (шквал, смерч, пилова буря, сильна хуртовина), то за цей період зафіксовано 830 випадків, пов'язаних з сильним вітром (27% від загальної кількості стихійних явищ) [4].

Як видно, вчені – метеорологи вказують на суттєві зміни клімату на території України, що ведуть, в тому числі і до змін вітрових впливів. У той же час, при розрахунку будинків і споруд використовуються нормативні документи, засновані на багаторічних спостереженнях, проведених до початку прояву нестабільності клімату. Таким чином поступово збільшується розрив між фактичними значеннями вітрових навантажень і вітровими навантаженнями, закладеними в норми проектування, зокрема ДБН В.1.2-2: 2006 зі зміною №1.

Розробка та затвердження нормативних документів, процес кропіткий і нешвидкий. Тому в поточних умовах коригування нормативних значень вітрових навантажень завжди буде відставати від фактичних. Фактичне збільшення вітрових навантажень, може зробити істотний вплив на надійність існуючих і проєктованих будівель і споруд.

Вітрові навантаження - один з основних видів навантажень і впливів на будівлі і споруди, правильний облік яких визначає надійність і безпеку несучої системи будівлі. У зв'язку з цим, актуальним є вивчення розподілу вітрових тисків на окремі зони і конструктивні елементи будівель і споруд. При цьому з'являється можливість, проводячи розрахунки вітрових навантажень за чинними нормативними документами, розробляти додаткові конструктивні заходи щодо додаткового посилення або зміни елементів, які знаходяться в зоні найбільших впливів.

Аналіз досліджень і публікацій. Дослідження вітрових впливів на будівлі і споруди проводилися як в Україні, так і за кордоном. Як правило, досліджувалися висотні будівлі і споруди [5-8]. Частина досліджень присвячена дослідженням вітровим впливів на одноповерхові промислові будівлі [9-11]. Дослідженням вітрових впливів на елементи малоповерхових будівель увага практично не приділяється.

Постановка завдання. Смерчі, що пройшли в Україні в 2014 - 2019 рр., показали високу вразливість від екстремальних вітрових впливів саме малоповерхових будівель. У зв'язку з цим в даній роботі поставлено завдання аналізу розподілу полів вітрового тиску в конструкції двоповерхової будівлі з двосхилим дахом. Дослідження повинні виявити найбільш небезпечні зони в конструкції. На даному етапі розглядаються тільки статичні впливи на конструкцію.

Викладення матеріалу і результати. Об'єкт досліджень - двоповерховий житловий будинок, розміром в плані 10 × 10 м і висотою поверху 2,7 м. Будинок покритий двосхилим дахом з кутлом нахилу 35° (рис. 1).

Розрахунок нормативних вітрових навантажень проводився в програмному комплексі SCAD ++. Моделювання розподілу вітрових навантажень на твердотільну модель виконувалося в програмному комплексі SolidWorks корпорації Dassault Systemes.

Математичне моделювання вітрових навантажень і впливів (CFD-моделювання, від англ. Computer Fluid Dynamics, CFD - обчислювальна гідрогазодинаміка) засновано на відтворенні процесу формування вітрових навантажень при русі вітрового потоку. У дослідженнях вивчалася відносний вітровий тиск на будівлю при температурі 293.20 К і статичному тиску 101325.00 Па. Для досліджень розроблена математична модель, що складається з будинку і навколишнього середовища (рис. 2). Розміри розрахункової області наведено в табл. 1.

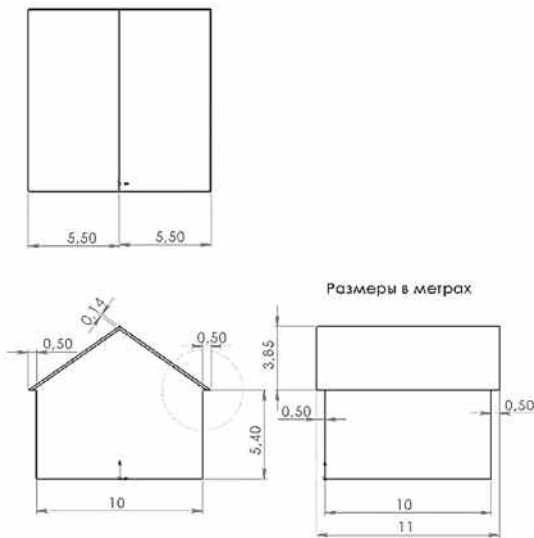


Рис. 1. Геометричні параметри математичної моделі будинку

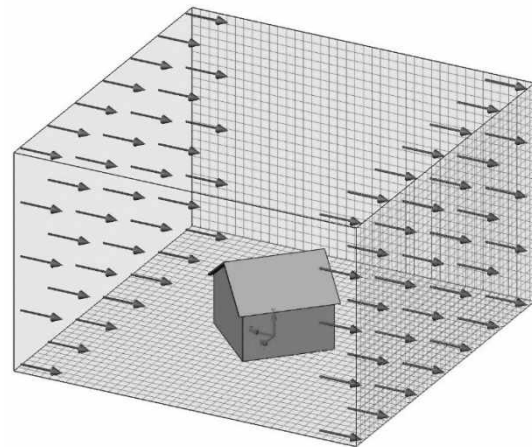


Рис. 2. Розрахункова область для досліджень полів тиску при діагональному вітрі

Розрахунок проводився з урахуванням гравітаційних ефектів і враховував ламінарний і турбулентний плин повітря. В якості граничних умов для вхідних і вихідних площин розрахункової області прийняті: напрямок векторів течії - по нормалі до поверхні; масова витрата: 30102.5000 kg/s (відповідає швидкості вітру 25 м/с).

Таблиця 1

Розміри розрахункової області

X min	-20.040 m
X max	20.040 m
Y min	-0.024 m
Y max	25.024 m
Z min	-20.040 m
Z max	20.040 m

Для бічних і верхньої площини в якості граничного умови прийнято тиск навколишнього середовища: 101325.00 Па і температура: 293.20 К. Тип примежового шару: ламінарний.

В результаті розрахунку отримано наступні мінімальні і максимальні значення розрахункових параметрів (табл. 2).

Візуалізації окремих результатів досліджень показані на рис. 3-6.

На рисунках добре видно, що вітрове навантаження розподілено нерівномірно як по поверхні стін будівлі, так і по його даху.

Фронтальний і бічний вітер. Стіни. При фронтальному вітру максимальні тиски спостерігаються в нижній частині будівлі (525 Па) і в області фронтона, безпосередньо у звисів даху (420 Па).

Мінімальні значення тиску на стінах при даному виді навантаження спостерігаються у верхній частині підвітряного фасаду (- 296 Па). Схожі значення вітрових тисків на стіни спостерігаються і при бічному вітрові.

Діагональний вітер. Стіни. При діагональному вітрові максимальний тиск на стіни справляється на нижню частину навітряного кута і досягає 643 Па. У зоні примикання до дальнього козирка і безпосередньо в нижній частині козирка тиск досягає 497 Па. Мінімальні значення тисків на стіни при діагональному вітрові спостерігаються на повітряному фасаді в районі схилу даху (- 288 Па.) і у верхній частині підвітряної бічної стінки (- 293 Па).

Таблиця Min/Max значень параметрів

Параметр	Фронтальний і бічний вітер		Діагональний вітер	
	min	max	min	max
Тиск [Pa]	100137.45	101799.32	99775.36	101916.13
Щільність (плинне середовище) [kg/m ³]	1.19	1.21	1.19	1.21
Швидкість [m/s]	0	39.510	0	45.299
Швидкість (X) [m/s]	-36.684	16.013	-26.746	39.061
Швидкість (Y) [m/s]	-15.352	25.383	-25.053	33.583
Швидкість (Z) [m/s]	-37.125	36.949	-37.944	25.947
Температура [K]	292.70	293.51	292.25	293.51
Температура (плинне середовище) [K]	292.70	293.51	292.25	293.51
Завихрення [1/s]	0.03	1465.37	5.71e-003	745.98
Швидкість в обертовій системі координат [m/s]	0	39.510	0	45.299
Швидкість в обертовій системі координат (X) [m/s]	-36.684	16.013	-26.746	39.061
Швидкість в обертовій системі координат (Y) [m/s]	-15.352	25.383	-25.053	33.583
Швидкість в обертовій системі координат (Z) [m/s]	-37.125	36.949	-37.944	25.947
Число Маха	0	0.12	0	0.13
Дотичне напруження [Pa]	0	7.87	0	10.91
Відносний тиск [Pa]	-1187.55	474.32	-1383.53	757.24
Акустична потужність [dB]	0	178.02	0	224.51

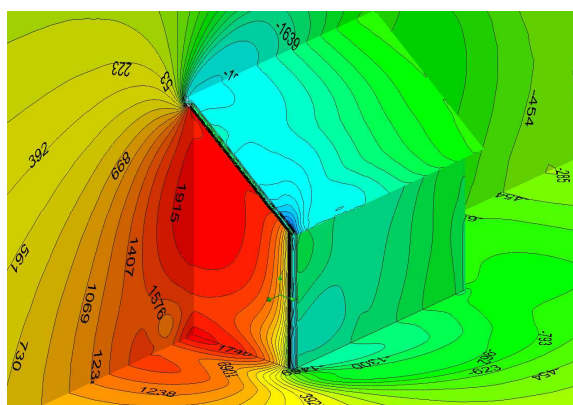


Рис. 3. Фронтальний вітер, навітряний бік

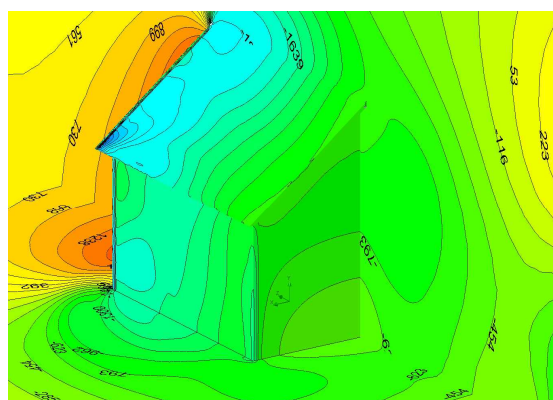


Рис. 4. Фронтальний вітер, підвітряний бік

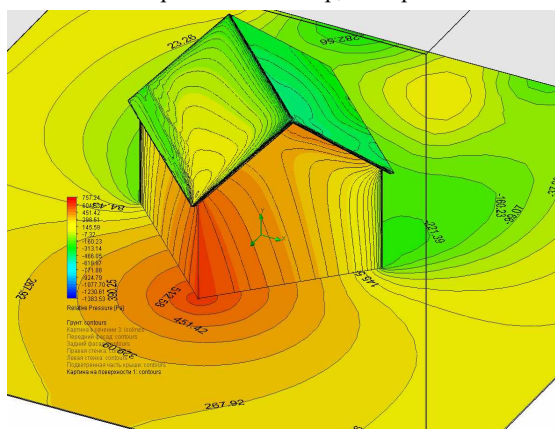


Рис. 5. Діагональний вітер, навітряний бік

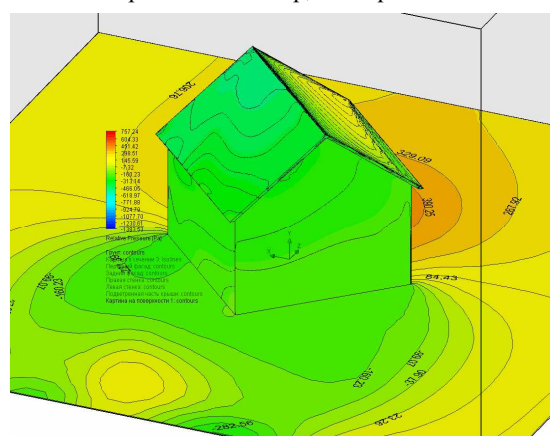


Рис. 6. Діагональний вітер, підвітряний бік

Діагональний вітер. Дах і звиси. Розподіл вітрового тиску по даху значно залежить від напрямку вітру. При діагональному вітрові тиск на навітряну частину даху швидко змінюється від позитивного в ближньому навітряному вугіллі (198 Па) до негативного у задній частині коника (- 350 Па). На більшій площі навітряної частини даху переважають негативні тиски

(розрідження). Підвітряна частина даху піддається впливу тільки негативних тисків, які змінюються від – 506 Па в районі коника до – 281 Па в районі заднього карнизного звису.

Крім розподілу тисків на верхній частині даху, важливе значення має розподіл тиску на нижній частині козирка.

При діагональному вітровому навантаженні на навітряному фасадному боці тиск змінюється від 550 Па на ближньому куті, до 428 Па в районі коника і до негативних значень – 1011 Па в зоні підвищеної турбулентності - задньому навітряному куті. На навітряному боці тиск поступово змінюється від 578 Па на ближньому куті до 40 Па на дальньому куті. На підвітряних боках тиск на нижній частині схилу знаходиться в межах - 280...- 200 Па для фасадної частини і - 700...- 280 Па для бічної частини.

Фронтальний і бічний вітер. Дах і звиси. При фронтальному вітрові на поверхні даху спостерігаються негативні тиски, які змінюються від – 532 Па на передній частині коника до 317 Па над заднім звисом. Одночасно на нижній частині навітряного карниза спостерігається позитивний тиск, який змінюється в межах 416...381 Па. Вітрова навантаження на дах при даному виді завантаження симетрична щодо поздовжньої осі будівлі. При бічному вітрі картина розподілу вітрового тиску симетрична щодо поперечної осі будівлі. На навітряній половині тиск змінюється від 51 Па в зоні карниза до – 309 Па в зоні коника. На підвітряній стороні спостерігаються виключно негативні тиски, що змінюються від – 546 Па в зоні карниза до – 390 Па в зоні коника. Області низького тиску, що досягають – 550 Па також спостерігаються в районі підвітряних фронтальних звисів. На нижньому боці навітряних карнизних звисів спостерігається позитивний тиск, змінюється від 455 Па по поперечній осі будинку до 170 Па біля кутів. На нижній частині фронтонних карнизів тиск змінюється від – 560 Па в районі навітряного кута до – 500 Па в районі коника і до – 251 Па в районі підвітряного кута. Нижня частина карнизного звису підвітряного боку відчуває негативний тиск від – 332 до – 246 Па.

Вітрові навантаження відповідно до нормативних документів. Розрахунок нормативних вітрових навантажень для запропонованої моделі виконувався відповідно до норм проектування "ДБН В.1.2-2: 2006 зі зміною №1" із застосуванням програмного комплексу SCAD ++. Вихідні дані і параметри для розрахунку наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Вихідні дані і параметри для розрахунку

Вихідні дані	
Вітровий район	5
Характеристичне значення вітрового тиску	0.061 Т/м ²
Тип місцевості	I - відкриті поверхні морів, озер, котрі піддаються вітру на ділянці довжиною не менше 3 км і плоскі рівнини без перешкод
Тип споруди	Однопрогонові будівлі без ліхтарів
Висота розміщення будівельного об'єкта над рівнем моря	0 км
Параметри	
Поверхня	Бічні стіни, Права стіна, Ліва стіна, Покрівля
Крок сканування	0.5 м
Коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням γ_{fm}	0.96
Коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням γ_{fe}	0.21

Розрахункові схеми для різних елементів будівлі приведені на рис.7.

Аналіз отриманих даних

Стіни. Значення вітрового тиску, отримані за методикою ДБН В.1.2-2: 2006 практично однакові по всій поверхні будь-якої зі сторін будинку. При цьому, при швидкості вітру 25 м/с навітряна стіна відчуває позитивний вітровий тиск 647 Па або майже 69 кгс/м², підвітряні і бічні - негативний тиск по – 333 Па (– 34 кгс/м²) кожна.

Розрахунок вітрових тисків, методом CFD дає іншу картину. Залежно від напрямку вітру по відношенню до будівлі, максимальний тиск на навітряному боці змінюється від 525 Па (54 кгс/м²) при фронтальному і бічному вітрові до 643 Па (66 кгс/м²) при діагональному вітрові. При цьому, максимальні тиски припадають на нижню частину будівлі. Ще однією зоною високого тиску на навітряних стінах є область примикання стіни до козирка покрівлі: для фронтального і бічного вітру — 420 Па (43 кгс/м²), для діагонального — 497 Па (51 кгс/м²).

Бічні і підвітряні стіни відчують негативний тиск, який також розподілений по поверхні нерівномірно. Для фронтального і бічного вітру максимальні розрідження спостерігаються у верхній частині стіни в області прилеглої до кута з навітряною стіною. У цьому місці спостерігається висока турбулентність, яка веде до розрідження до -547 Па (-58 кгс/м^2). Значення для діагонального вітру трохи нижчі і складають -398 Па (-41 кгс/м^2). На підвітряних стінах негативний тиск не перевищує -290 Па (-30 кгс/м^2) і його найбільші значення знаходяться в області примикання стіни до даху. Таким чином, екстремальні значення вітрового тиску на стіни, отримані методом CFD нижче отриманих за методикою ДБН В.1.2-2: 2006. Тому, при розрахунку стін малоповерхових будівель, методику CFD можна рекомендувати до застосування для випадків, коли важливим є врахування нерівномірності розподілу тиску на стіни, або важливе врахування динамічних впливів на стіни внаслідок зриву повітряного потоку і турбулентного руху повітря.

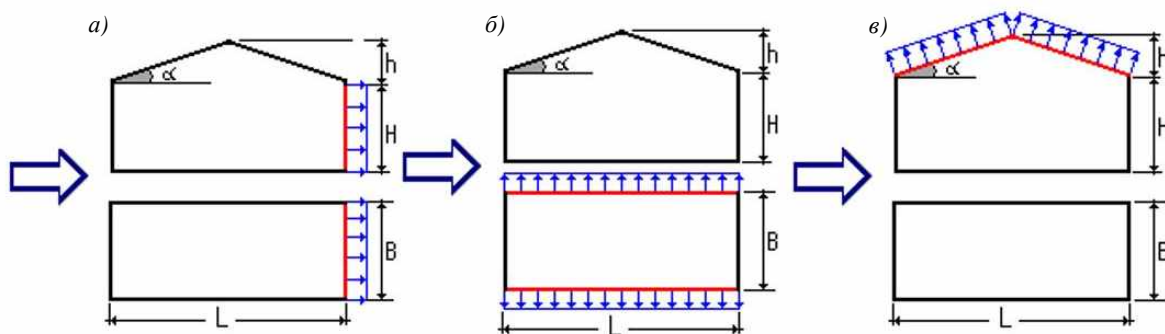


Рис. 7. Розрахункові схеми для визначення вітрових навантажень відповідно до ДБН В.1.2-2: 2006: *а* - права стіна, *б* - бічні стіни, *в* - покрівля

Дах. Відповідно до даних отриманими за методикою ДБН В.1.2-2: 2006 на навітряну сторону даху діє тиск 39 Па (4 кгс/м^2), на підвітряну — 78 Па (8 кгс/м^2).

Метод CFD дає іншу картину розподілу вітрових тисків. При бічному вітрові, позитивний тиск на навітряній стороні даху спостерігаються в області, що не перевищує $1/3$ всієї навітряної площі даху. При цьому максимальний тиск становить 51 Па (5 кгс/м^2). На велику площу навітряної частини даху діє негативний тиск, що досягає в ділянці коника — -116 Па (-12 кгс/м^2), а в карнизній — -179 Па (-18 кгс/м^2). Одночасно на нижню частину навітряного карниза діє позитивний тиск, що досягає 455 Па (46 кгс/м^2). Таким чином, на карнизну частину даху впливає сумарне навантаження 634 Па або (65 кгс/м^2), яке прагне підняти дах вгору.

На більшу частину підвітряного боку даху діє негативний тиск -390 Па (-40 кгс/м^2), що значно вище значень, отриманих за методикою ДБН В.1.2-2: 2006. Для діагонального вітру максимальний негативний тиск досягає -729 Па (-74 кгс/м^2), для фронтального — -508 Па (-52 кгс/м^2). Таким чином, екстремальні значення вітрового тиску на дах, отримані методом CFD значно вище отриманих за методикою ДБН В.1.2-2: 2006.

Висновки та напрямок подальших досліджень. Дослідження виявило, що розрахунок вітрових тисків на малоповерхові будівлі за методикою ДБН В.1.2-2: 2006 не завжди дозволяє отримати результати, що забезпечують надійність конструкції. Це, зокрема, стосується вітрових тисків на дахи. Метод розрахунку CFD показує значно більші негативні навантаження як на навітряний, так і на підвітряний бік даху. Методика ДБН В.1.2-2: 2006 також не враховує значні позитивні тиски в нижній площині карнизного звису. Даний позитивний тиск в поєднанні з негативним на верхній площині створює значні зусилля, які прагнуть відірвати дах від стіни і створити розрив між стіною і дахом. Високі позитивні тиски у верхній частині навітряних стін сприяють перетіканню позитивного надлишкового тиску під дах, що в поєднанні з негативним тиском на зовнішній поверхні даху веде до відриву конструкції даху від будівлі. Дані явища необхідно враховувати при проектуванні дахів малоповерхових будівель, що знаходяться в зоні можливих екстремальних вітрових впливів, до яких останнім часом можна віднести і Кривий Ріг.

Подальші дослідження необхідно вести в напрямку пошуку конструкції даху, що знижує великі перепади вітрового тиску на її поверхні, крім того, великий інтерес являє вивчення впливу розміру і форми піддашкового звису на розподіл вітрового тиску на стіни і дах.

Список літератури

1. Бабиченко В. Н., Адаменко Т. И., Бондаренко З. С., Николаева Н. В., Рудишина С. Ф., Гущина Л. М. Экстремальная температура воздуха на территории Украины в условиях современного климата. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://uhmi.org.ua/conf/climate_changes/presentation_pdf/oral_1/Babichenko_et_al.pdf. – Название с экрана.
2. О. Шевченко, О. Власюк, И. Ставчук, М. Ваколюк, О. Илляш, А. Рожкова Оценка уязвимости к изменению климата: УКРАИНА Климатический форум восточного партнерства (КФВП) и Рабочая группа неправительственных организаций по вопросам изменения климата (РГ НУО ВИК), 2014. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://necu.org.ua/wp-content/uploads/2014/07/Ukraine_cc_RUS.pdf – Название с экрана.
3. Christensen, J. H., B. Hewitson, A. Busuioc, A. Chen, X. Gao, I. Held, R. Jones, R. K. Kolli, W.-T. Kwon, R. Laprise, V. Magaña Rueda, L. Mearns, C. G. Menéndez, J. Räisänen, A. Rinke, A. SarrandP. Whetton. **Regional Climate Projections. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of WG I to the Fourth Assessment Report of the IPCC** [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. – 2007. – 94 pp.
4. Осадчий В. І., Бабіченко В. М. Динаміка стихійних метеорологічних явищ в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://ukrgeojournal.org.ua/sites/default/files/UGJ-2012-4-08.pdf>. – Название с экрана.
5. Р.Н. Павловский, С.Г. Кузнецов Оценка ветровых воздействий на высотные здания и сооружения Вторая научно-практическая конференция "Спецпроект: анализ научных исследований" (7-11 декабря 2005г.)
6. С.Ю. Скрипченкова Воздействие ветровых нагрузок на высотные здания Астраханский вестник экологического образования №2 (40) 2017 с. 103-108)
7. С.И. Дубинский Численное моделирование ветровых воздействий на высотные здания и комплексы Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat <http://www.dissercat.com/content/chislennoe-modelirovanie-vetrovykh-vozdeystviy-na-vysotnye-zdaniya-i-kompleksy#ixzz5BJdQxXXs>
8. Mendis P. [et al.] Wind Loading on Tall Buildings // Ejs Special Issue: Loading on Structures. - 2007. - pp. 41-54.
9. Золина Т.В., Садчиков П.Н. Исследование случайных воздействий ветровой нагрузки на работу каркаса однопэтажного промышленного здания // Вестник МГСУ. 2016. № 9. С. 15–25. DOI: 10.22227/1997-0935.2016.9.15-25
10. Симиу, Э. Воздействие ветра на здания и сооружения / Э. Симиу, Р. Сканлан; пер. с англ. Б.Е. Маслова, А.В. Швецово; под ред. Б.Е. Маслова. — М.: Стройиздат, 1984. — 360 с
11. Tayfun E. CFD methods for three-dimensional computation of complex flow problems Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics Volume 81, Issues 1–3, May 1999, Pages 97-116

Рукопис подано до редакції 16.03.2020

УДК 622.14

П.І. ФЕДОРЕНКО, д-р техн. наук, проф., А.В. ПЕРЕМЕТЧИК, канд. техн. наук, доц.,
Т.О. ПОДОЙНІЦІНА, ст. викл., Криворізький національний університет

СТАТИСТИКО-ЙМОВІРНІЙ РОЗПОДІЛ ПРОГНОЗНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАЛІЗОРУДНИХ РОДОВИЩ ПРИ ГЕОМЕТРИЗАЦІЇ НАДР

Мета. Мета роботи полягає у знаходженні закономірностей розташування найважливіших якісних показників у масиві для того, щоб визначити їх зміну у процесі розвитку гірничої розробки. Найважливішим напрямом застосування геометризації родовищ залізорудних корисних копалин є гірничо-геометричне прогнозування їх якісних показників для вирішення задач довгострокового та короткострокового планування для того, щоб налагодити з великим ступенем ефективності роботу підприємства, що видобуває залізорудні корисні копалини, в режимі усереднення та підвищити ступінь раціоналізації процесу видобутку руди та ведення гірничих робіт.

Методи дослідження. Для розв'язання нагальних задач передбачено багато методів, в тому числі, застосування теоретичних досліджень, натурні та виробничі випробування. Під час робіт застосовувались геостатистичні методи оцінки. Методика полягає у знаходженні закономірності просторового розташування показників покладу для розв'язання задачі прогнозування властивостей родовищ корисних копалин.

Наукова новизна. За спосіб огляду маркшейдерсько-геологічної інформації, взятої за неоднорідною розвідувальною мережею пропонується застосовувати спосіб крайгінга. Розглянуто спосіб оцінювання закономірності розташування чинників родовища з нелінійним характером мінливості.

Практичне значення. Висвітлено загальні способи оцінювання геологічних показників при розрахунку якісних показників залізорудних родовищ і показано їх властивості. Подано найзручніший спосіб оцінювання в умовах Криворізьких залізорудних родовищ. Найзначущим є створення методики прогнозування просторового розміщення показників родовищ залізорудних корисних копалин.

Результати. Отримано результати, які можуть давати випадкові функції з декількома компонентами, які є стаціонарними збільшеннями. Виходячи з того, що на родовищах Кривбасу детальна геологічна розвідка проводиться, як правило, за допомогою неоднорідної мережі свердловин, крайгінг є самим оптимальним способом для оцінювання та збільшення істотності геологічної інформації. Результатом геометризації родовищ та покладів корисних копа-