

УДК 622.837:622.838

АНАЛІЗ ЗМІНИ ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПІДРОБЛЮВАНИХ БУДІВЕЛЬ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ТРИВАЛИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Шнеєр В.Р., Бліннікова О.В., Терещук Ю.О.
(УкрНДМІ НАНУ, м. Донецьк, Україна)

Систематизированы результаты многолетних натурных наблюдений за деформированным состоянием подрабатываемых зданий и установлены деформации конструкций, которые представляют опасность для эксплуатации зданий.

The long-term in-situ data of deformed state of buildings being undermined is classified. As a result, structural deformations, which make danger to operation of buildings, are identified.

Останніми роками проблема експлуатації будівель в зонах зрушень земної поверхні значно загострилася через тривалу відсутність або недостатні об'єми ремонтно – відновлювальних робіт. З цієї причини велика кількість будівель мають деформації та пошкодження, які перевищують допустимі за умов експлуатації. Оскільки практично неможливо уникнути впливу підробки і за короткий час відновити усі деформовані будівлі у вугільних регіонах, то особливу актуальність набуває завдання визначення граничного деформаційного ресурсу будівель на підроблюваних територіях. Перший крок на шляху вирішення цієї задачі полягає в установленні на підставі даних натурних спостережень деформацій конструкцій, що впливають на безпеку експлуатації будівель в умовах тривалого впливу зрушень земної поверхні.

Дані натурних спостережень за деформованим станом житлових, громадських і виробничих будівель отримані на засаді

відбору і систематизації науково – дослідних робіт УкрНДМІ з вивчення впливу гірничих виробок вугільних шахт на об'єкти поверхні у період 1940-2007 рр. Усього було розглянуто 1824 роботи та з них відібрано 99 робіт, у яких наведені умови підробки, деформації земної поверхні від впливу гірничих виробок, конструктивна характеристика будівель, деформації та пошкодження конструкцій. Як основний критерій відбору будівель було прийнято максимальне розкриття тріщин у зовнішніх стінах не менше 15 мм, при якому для всіх видів будівель (окрім виробничих з демонтованим обладнанням або іншими змінами технології, що призводять до зменшення експлуатаційних навантажень на конструкції) вичерпується деформаційний ресурс за умов експлуатації [1]. Таким чином, було відібрано 362 будівлі, з яких 358 розташовані в Донецькому вугільному басейні, у тому числі 213 - у Донецькій області (м. Донецьк, Макіївка, Горлівка, Єнакієве та ін.) і 145 у Луганській області (м. Стаханов, Антрацит, Брянка та ін.), і чотири будівлі розташовані в Львівсько-Волинському вугільному басейні (м. Соснівка). Ці будівлі були підроблені внаслідок видобування вугілля на глибинах від 92 м до 1040 м у пластах потужністю від 0,6 м до 2,2 м.

Згідно виконаної систематизації відібраних будівель за призначенням, вони включають 332 житлові і громадські будівлі та 30 виробничих будівель. Кожна з цих груп була розділена на дві підгрупи залежно від характеру прояву деформацій земної поверхні. Під вплив плавних деформацій земної поверхні підпали 271 будівля, у тому числі 252 житлові і громадські будівлі при горизонтальних деформаціях від $1,4 \times 10^{-3}$ до $17,0 \times 10^{-3}$ і радіусі кривизни від 1,0 км до 42,0 км і 19 виробничих будівель при горизонтальних деформаціях від $1,0 \times 10^{-3}$ до $8,6 \times 10^{-3}$ і радіусі кривизни від 1 км до 42 км. Під вплив зосереджених деформацій земної поверхні з утворенням уступів підпала 91 будівля, у тому числі 80 житлових і громадських будівель при висоті уступу від 50 мм до 275 мм і 11 виробничих будівель при висоті уступу від 70 мм до 220 мм.

По поверхні 332 житлові і громадські будівлі підрозділяються таким чином: 140 – одноповерхові, 142 –

двоповерхові, 16 – триповерхові, 31 – чотириповерхові та чотири – п'ятиповерхові. Із 30 виробничих будівель: 24 – одноповерхові, чотири – двоповерхові, дві – триповерхові. Розміри в плані відібраних житлових і громадських будівель знаходяться в межах від 5,0 м до 101,5 м, виробничих – від 8,7 м до 264,0 м.

У 104 житлових і громадських будівлях стіни виконані з цегли, у 84 – з природного каменя, у 95 – з шлакоблоку, у 10 – із золошлакобетону, у чотирьох – з крупних бетонних блоків, 35 будівель – каркасно-щитові, оцегловані. У 17 виробничих будівлях стіни виконані з цегли, у чотирьох – з природного каменя, у п'яти – з шлакоблоків, у трьох – з крупних панелей, одна будівля – каркасно-щитова, оцеглована. Таким чином, в більш ніж 85 % будівель стіни виконані з матеріалів, що використовуються для кам'яної кладки.

При обстеженні по кожній будівлі встановлено зафіксовані деформації та пошкодження конструкцій. Для житлових і громадських будівель – максимальне розкриття тріщин у зовнішніх стінах, зріз кладки стін під опорними частинами перемичок над віконними і дверними прорізами, відхилення стін від вертикалі, перегин кам'яної кладки зовнішніх стін, зсув балок і плит перекриттів та сходових площадок на опорах; для виробничих будівель – максимальне розкриття тріщин у зовнішніх стінах, відхилення стін і колон від вертикалі, зсув балок і ферм покриття на опорах, зміна ширини і профілю підкранових колій.

Для плавних деформацій земної поверхні від впливу гірничих виробок характерне симетричне розташування тріщин у зовнішніх стінах підроблюваних будівель щодо їх середини. Горизонтальним деформаціям розтягу відповідають похилі тріщини від горизонтального зсуву, а кривизні опуклості – вертикальні тріщини від вигину і похилі від вертикального зсуву. Тріщини від вигину характерні для гнучких будівель, у яких довжина перевищує висоту більш ніж у три рази. Тріщини зсуву утворюються завжди, причому для будівель висотою в три поверхи і вище вони більш характерні, ніж тріщини від вигину. Горизонтальним деформаціям стиску і кривизні угнутості земної

поверхні відповідають похилі і горизонтальні тріщини в стінах будівель.

Для зосереджених деформацій земної поверхні характерне утворення в стінах будівель над уступом зони зосереджених деформацій з компактним розташуванням похилих і вертикальних тріщин. Довжина зони зосереджених деформацій у житлових і громадських будівлях складає від 1,8 м до 7,8 м, а у виробничих одноповерхових будівлях – від 11,0 м до 16,0 м. Довжина зони зосереджених деформацій залежить від розташування уступу під будівлею та її конструктивних особливостей.

У житлових і громадських будівлях, які підпадали під вплив плавних або зосереджених деформацій земної поверхні, максимальне розкриття тріщин у стінах знаходиться в межах від 15 мм до 250 мм. При цьому максимальне розкриття тріщин у одноповерхових будівлях змінюється від 15 мм до 100 мм, у двоповерхових – від 15 мм до 200 мм, у триповерхових – від 15 мм до 40 мм, у чотириповерхових – від 20 мм до 155 мм і у п'ятиповерхових – від 20 мм до 250 мм.

Зріз кладки стін під опорними частинами перемичок над віконними та дверними прорізами спостерігався в 20 житлових будівлях, які підпадали під вплив плавних (дві будівлі) або зосереджених (18 будівель) деформацій земної поверхні. З них сім будівель є двоповерховими, дві – триповерховою, вісім – чотириповерховими і три – п'ятиповерховими.

Відхилення стін від вертикалі спостерігалось в 52 житлових будівлях, які підпадали під вплив плавних (45 будівель) або зосереджених (сім будівель) деформацій земної поверхні. Із них 41 будівля – одноповерхова, дев'ять – двоповерхові, одна – триповерхова, одна – чотириповерхова. У 41 будівлі стіни виконані з цегли, шлакоблоку і природного каменя, сім будівель – каркасно-щитові, оцегловані. Відхилення стін від вертикалі в кам'яних будівлях знаходиться в таких межах: у одноповерхових будівлях – від 30 мм до 250 мм, у двоповерхових будівлях – від 80 мм до 222 мм, у триповерховій будівлі відхилення стін від вертикалі склало – 100 мм та у чотириповерховій будівлі – 179 мм. В одноповерхових каркасно-

щитових оцеглованих будівлях відхилення стін від вертикалі знаходиться в межах від 70 мм до 200 мм.

Перегин кладки стін спостерігається в будівлях, які підпадали під вплив зосереджених деформацій земної поверхні при довжині уступу l_y , більшій або рівній $0,75 l$, де l – довжина стіни будівлі, під якою проходить уступ. Цей вид деформацій стін зафіксовано у семи житлових і громадських будівлях, де величина перегину кладки знаходиться в межах від 100 мм до 200 мм, у тому числі в двоповерхових будівлях – від 130 мм до 200 мм та в чотириповерхових будівлях – від 100 мм до 165 мм.

Зсув балок і плит перекриттів зі зменшенням довжини їх спираючі на стіни спостерігався в чотирьох двоповерхових будівлях і знаходиться в межах від 8 мм до 100 мм, зсув сходових площадок зі зменшенням довжини їх спираючі на стіни сходових кліток спостерігався в двох двоповерхових будівлях та одній триповерховій будівлі і знаходиться в межах від 10 мм до 20 мм.

У виробничих будівлях, які підпадали під вплив плавних деформацій земної поверхні, максимальне розкриття тріщин в стінах знаходиться в межах від 15 мм до 100 мм, а при зосереджених деформаціях земної поверхні з утворенням уступів – від 30 мм до 200 мм.

Відхилення стін від вертикалі спостерігалось в трьох будівлях, які піддавались впливу плавних (одна будівля) та зосереджених (дві будівлі) деформацій земної поверхні, і знаходиться в межах від 50 мм до 350 мм.

Відхилення підкранової частини колон від вертикалі спостерігалось в шести одноповерхових виробничих будівлях і знаходиться в межах від 90 мм до 375 мм. Висота підкранової частини колон в цих будівлях складає від 4,5 м до 15 м, а величина їх нахилу – від $11,9 \times 10^{-3}$ до $37,85 \times 10^{-3}$. У двох випадках колони були виконані з металу, в чотирьох – із залізобетону.

Зсув ферм і балок покриття на несучих стінах із зменшенням довжини їх спираючі до 50 мм спостерігався у двох будівлях, що підпадали під вплив зосереджених деформацій земної поверхні.

Зміна ширини колії та профілю підкранових шляхів спостерігалася у десяти будівлях, які підпадали під вплив плавних (дев'ять будівель) і зосереджених (одна будівля) деформацій земної поверхні. Ширина колії підкранового шляху складала 30-75 мм, подовжній нахил знаходився в межах від $2,2 \times 10^{-3}$ до $11,5 \times 10^{-3}$ та поперечний нахил – від $0,6 \times 10^{-3}$ до $8,5 \times 10^{-3}$. Такі зміни параметрів підкранового шляху призводили до заклинювання коліс мостових кранів і вимагали проведення робіт по відновленню їх проектного положення.

Відповідно до «Правил...» [1] і дослідженням Маркова В.В. [2] граничне розкриття тріщин у зовнішніх стінах, перевищення якого може викликати аварійний стан житлових та громадських будівель, складає 25 мм. Для оцінки умов експлуатації будівель, у зовнішніх стінах яких внаслідок підробки розкриття тріщин перевищувало граничне, було відібрано 70 будівель з тріщинами розкриттям більше 25 мм і в 2007 р. виконано їх повторне обстеження. Крім того, було обстежено 14 будівель з відхиленням стін від вертикалі більше, ніж на 100 мм. Результати тривалого впливу гірничих виробок на житлові та громадські будівлі із зазначенням умов їх експлуатації (або наслідків підробки) та відповідних деформацій зовнішніх стін наведені в табл. 1.

При плавних деформаціях земної поверхні 14 будівель з тріщинами від 25 мм до 80 мм та відхиленням стін від вертикалі від 170 мм до 180 мм експлуатуються без ремонту. У 12 будівлях з тріщинами від 28 мм до 80 мм та відхиленням стін від вертикалі від 100 мм до 150 мм виконувався ремонт. У семи будівлях із тріщинами від 30 мм до 150 мм та відхиленням стін від вертикалі від 100 мм до 222 мм було посилено конструкції. В будинку по вул. Кошевого, 21 у Кіровському при відхиленні стін від вертикалі 200 мм була зруйнована оцегловка. Житлові будинки по вул. Громової, 11 у Брянці з тріщинами 35 мм та при відхиленні стін від вертикалі 150 мм і по вул. Жовтня, 10 а у Донецьку при розкритті тріщин до 250 мм було відселено.

Таблиця 1

Результати тривалого впливу гірничих виробок
 на житлові та громадські будівлі

Умови експлуатації будівель	Деформації зовнішніх стін			Кількість будівель	%
	δ_{\max} , мм	Δ_{\max} , мм	t_{\max} , мм		
Будівлі експлуатуються без ремонту	25-80	100-200	150	27	32
Виконано ремонт будівель	25-120	100-200	100-150	28	33
Виконано посилення конструкцій будівель	30-150	100-222	100	16	19
Будівлі відселено	30-250	150-200	200	3	4
Будівлі розібрано	35-200	–	130-165	8	10
Зруйновано будівлю внаслідок аварії	155	–	–	1	1
Зруйновано оцегловку будівлі внаслідок аварії	–	200	–	1	1

Примітка: δ_{\max} – максимальне розкриття тріщин; Δ_{\max} – максимальне відхилення стін від вертикалі; t_{\max} – максимальний перегин кам'яної кладки стін по вертикалі.

При зосереджених деформаціях земної поверхні 13 будівель з тріщинами розкриттям від 25 мм до 60 мм, відхиленням стін від вертикалі 100-200 мм та перегином кладки 150 мм (вул. Гірнична, 8 у Артемовому) експлуатуються без ремонту. У 16 будівлях з тріщинами від 25 мм до 120 мм, відхиленням стін від вертикалі 120-200 мм та перегином кладки 100-150 мм виконано ремонт. У дев'яти будівлях виконано посилення конструкцій у зв'язку з розкриттям тріщин від 30 мм до 100 мм, відхиленням стін від вертикалі від 100 мм до 200 мм та перегином кладки 100 мм (вул. Горького, 44 у Горлівці). Один будинок з тріщиною розкриттям 30 мм і перегином кладки 200 мм (вул. Стожка, 61 у Горлівці) відселено. Один будинок з тріщиною розкриттям 155 мм зруйновано внаслідок аварії (пр. Перемоги, 33 у Горлівці).

Вісім будівель з тріщинами від 35 мм до 200 мм та перегином кладки від 130 мм до 165 мм було розібрано (вул. Піонерська, 2, вул. Стожка, 55, вул. Вітчизняна, 81, вул. Вечірня, 2, вул. Черкасова, 21, пр. Перемоги, 20, пр. Леніна, 15, пр. Леніна, 17 у Горлівці).

ВИСНОВКИ

1. Встановлено деформації конструкцій, що впливають на безпеку експлуатації житлових і громадських будівель в зонах зрушень земної поверхні: розкриття тріщин у зовнішніх стінах, зріз кладки стін під опорними частинами перемичок над віконними та дверними прорізами, відхилення зовнішніх стін від вертикалі, перегин кам'яної кладки зовнішніх стін, зсув на опорах балок і плит перекриттів та сходових площадок.

2. Встановлено деформації конструкцій, що впливають на безпеку експлуатації виробничих будівель в зонах зрушень земної поверхні: розкриття тріщин у зовнішніх стінах, відхилення зовнішніх стін і колон від вертикалі; зсув на опорах балок і ферм покриття; зміна ширини і профілю підкранових колій.

3. Подальші дослідження будуть спрямовані на обґрунтування граничних значень встановлених деформацій конструкцій підроблюваних будівель і розробку системи оцінки їх технічного стану та підвищення ресурсу безпечної експлуатації.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. ГСТУ 101.00159226.001 – 2003. Правила підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом. – На заміну “Правил охрани...”. - М.:Недра, 1981. – 288 с.; Введ. 01.01.2004. – К., 2004. – 128 с.
2. Защита и подработка зданий и сооружений / Шагалов С.Е., Муллер Р.А., Марков В.В., Решетов Г.А., Клещев П.Е. – М.: Недра, 1974. – 256 с.