

УДК 624.012

¹ **П.Є. Григоровський** д.т.н., с.н.с., перший заступник директора інституту з наукової роботи <https://orcid.org/0000-0003-0527-5890>;

² **В.П. Максименко**, завідувач лабораторії висотного та експериментального будівництва <https://orcid.org/0000-0002-2835-026X>;

³ **В.О. Басанський** зав. сектором <https://orcid.org/0000-0002-7850-7798>;

⁴ **А.П. Григоровський**, аспірант <https://orcid.org/0000-0003-0009-2358>

^{1, 2, 3, 4} ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва імені В.С. Балицького», м. Київ

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДЕМОНТАЖУ АВАРІЙНИХ ВЕЛИКОПАНЕЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ОЦІНКИ ЇХ СТІЙКОСТІ ДО ОБВАЛЕННЯ

Анотація. *Проблема.* Важливим етапом ліквідації наслідків аварійних руйнувань є повний або частковий демонтаж пошкодженого об'єкту. Питання пов'язані з техногенним руйнуванням будинків та споруд, їх тимчасове протиаварійне підсилення та встановлення можливості подальшого відновлення потребує професійної участі інженерів-будівельників в частині обґрунтування термінових проектних рішень. На даний час відсутні організаційно-технологічні рішення, які спроможні одночасно об'єднати об'єктивну терміновість та раціональну обґрунтованість їх виконання. **Методика.** На прикладі будівлі, що зазнала значних пошкоджень внаслідок вибуху газу-повітряної суміші проведено вибір варіанту оптимального та безпечного методу її часткового демонтажу в умовах ущільненої забудови при забезпеченні вимог безпеки та методики оцінки напружено-деформованого стану конструкцій будівлі на основі методу підсистем. **Оригінальність.** Порушення в результаті техногенної аварії міцності і стійкості будівлі та невизначеність роботи її конструктивної схеми значно підвищує актуальність оптимізації технології демонтажу аварійних конструкцій. Розглянуто варіанти послідовності демонтажу великопанельної будівлі, яка отримала аварійне обвалення частини несучих конструкцій. Основою вибору є практика комплексного дослідження системи «основа – наземна частина пошкодженої будівлі» на стадії демонтажу та тимчасового підсилення. На основі програмного комплексу ЛІРА-САПР розроблено методику, що дозволяє створювати адекватні комп'ютерні моделі, які змінюються з врахуванням стадійності демонтажу, зберігаючи історію навантажень і враховуючи виникаючі зусилля та деформації. Вихідні дані для створення адекватної комп'ютерної моделі отримані шляхом аналізу проектною та технічною документацією, візуального та інструментального обстеження аварійної будівлі. Розвинутий математичний апарат, реалізований в ПК «ЛІРА САПР» дозволяє виконувати розрахунки складних будівельних об'єктів з урахуванням техногенних впливів на їх конструктивні елементи і виконувати моделювання процесів, які призводять до зміни напружено-деформованого стану, розвитку непружних пластичних деформацій та тріщино-утворення. **Практична цінність.** Така методика є універсальною, за її допомогою можливо досліджувати будівлі будь якого типу, що знаходяться під дією зовнішніх впливів техногенного та аварійного характеру. Вдосконалено технологію демонтажу аварійних будівель в умовах неповної інформації про їх технічний стан. Підвищено ефективність безпеки виконання аварійно-рятувальних робіт.

Ключові слова: технологія, техногенні впливи, руйнування, будівлі, інформаційне моделювання, відновлення

Вступ

На сучасному етапі розбудови територій, міст та населених пунктів, розвитку промисловості, транспорту, впровадження високих технологій, підвищення побутового рівня життєдіяльності населення зростає можливість виникнення надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру. При цьому різноманітність аварій, стихійних лих, надзвичайних подій, які супроводжуються небезпекою для людей, значно впливає на організацію та технологію аварійно-рятувальних робіт.

Найбільш складними з точки зору проведення аварійно-рятувальних робіт вважають аварії, пов'язані з руйнуванням будинків та споруд. Складність проведення рятувальних робіт обумовлена великою кількістю постраждалих людей, які опинилися в завалах, необхідністю виконання складних

інженерних робіт та загрозою подальшого руйнування. Досвід проведення рятувальних робіт на зруйнованих будівлях свідчить про те, що необхідну кількість сил та засобів потрібно зосередити на місці аварії якомога швидше. Оскільки в більшості випадків людина, яка опинилася в завалі, спроможна зберегти життєздатність протягом 10 годин [1].

Аварійно-рятувальні роботи є компетенцією ДСНС, але питання пов'язані з руйнуванням будинків та споруд, їх тимчасового протиаварійного підсилення та встановлення можливості подальшого відновлення потребує професійної участі інженерів-будівельників в частині обґрунтування термінових проектних рішень. На даний час відсутні організаційно-технологічні рішення, які спроможні одночасно об'єднати об'єктивну терміновість та раціональну обґрунтованість їх виконання. Беззаперечно терміно-

вість прийняття рішень вимушено спрощує підходи до моделювання та розрахунку підсилюючих елементів і, практично, не враховує відмінностей технології підсилення будівель різних конструктивних систем тому вдосконалення бази даних типових інформаційно-математичних моделей аварійних будівель дозволить ближчим часом оптимізувати організаційно-технологічні рішення щодо зменшення негативних наслідків аварій та катастроф.

Матеріали і методи досліджень

Серед будівель пошкоджених вибухом повітряно-газової суміші значну частку займають великопанельні будівлі масових серій. Тому питання удосконалення організаційно-технологічних та технічних рішень ліквідації аварійних руйнувань великопанельних будівель внаслідок техногенних впливів потребує вирішення. Питаннями, пов'язаними з рятувальними роботами під час ліквідації надзвичайних ситуацій займалися Пшеничний В.Н., Аветисян В. Г., Сенчихін Ю. М., Кулаков С. В., Куліш Ю. О., Александров В. Л., Адаменко М. І., Ткачук Р. С., Тригуб В. В.[1]. В роботах Григоровського П.Є., Червякова Ю.М., Басанської В.О., Крошки Ю.В., Мурасової О.В., Чуканової Н.П. метод інформаційного моделювання застосовано для розробки організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань при створенні та утриманні будівельних об'єктів [8]. Методологічне обґрунтування оцінки напружено-деформованого стану конструкцій будівлі на основі методу підсистем наведено в роботах Максименко В.П., Барабаш М.С., Писаревського Б.Ю.[3]. Городецький А.С., Евзеров І.Д. вдосконалювали концептуальні підходи до комп'ютерного моделювання конструкцій [5]. В роботах Карпенко Н.І. вдосконалені загальні підходи до моделювання механіки залізобетону [5], а в роботах Клованич С.Ф., Малишко Л., Максименко В.П. до теорії пластичності в будівельному проектуванні. Аналіз літературних джерел показує, що сучасні програмні комплекси призначені для розрахунку та проектування конструкцій будівель що зводяться, а процес демонтажу є зворотною задачею. Підвищення ефективності та безпеки робіт з ліквідації аварійних руйнувань на великопанельні будівлі шляхом вибору оптимального варіанту термінових протиаварійних заходів з використанням інформаційно-математичного моделювання процесу демонтажу є актуальною техніко-економічною проблемою.

Мета досліджень

Вдосконалення технології демонтажу аварійних великопанельних будівель за результатами оцінки їх стійкості до обвалення шляхом інформаційно-математичного моделювання процесу демонтажу.

Виклад основного матеріалу

Важливим етапом ліквідації наслідків аварійних руйнувань є повний або частковий демонтаж пошкодженого об'єкту. На прикладі будівлі, що зазнала значних пошкоджень внаслідок вибуху газу проведено вибір варіанту оптимального та безпечно-го методу її часткового демонтажу в умовах ущільненої забудови при забезпеченні вимог [2] та реалізованої методики [3]. Основною вибору є практика ком-

плексного дослідження системи «основа – наземна частина пошкодженої будівлі» на стадії демонтажу та тимчасового підсилення. Сучасні програмні комплекси призначені для розрахунку та проектування конструкцій будівель що зводяться. Процес демонтажу є зворотною задачею. На основі програмного комплексу ЛІРА-САПР розроблено методику, що дозволяє створювати адекватні комп'ютерні моделі, які змінюються з врахуванням стадійності демонтажу, зберігаючи історію навантажень і враховуючи виникаючі зусилля та деформації. Вихідні дані для створення адекватної комп'ютерної моделі отримані шляхом аналізу проектною та технічною документацією, візуального та інструментального обстеження аварійної будівлі.

Аварійний будинок по вул. Соломії Крушельницької в м. Києві житловий, 10-поверховий, великопанельний, має 6 під'їздів, кожен з яких обладнано сходовою клітиною та ліфтовою шахтою, в під'їзді № 5 розташовані приміщення електрощитової та підвалу. Будинок споруджено за типовим проектом 96 серії, внутрішній несучий каркас виконано із поперечних та поздовжніх залізобетонних стінових панелей товщиною 160 мм. Конструктивна схема - безкаркасна з поздовжніми та поперечними несучими стінами. Просторова жорсткість забезпечена за рахунок жорсткої сумісної роботи дисків перекриття та стінових конструкцій. Висота приміщень - 2,64 м. Зовнішні стінові панелі із керамзитобетону товщиною 350 мм. Фасади оздоблені керамічною плиткою. Перекриття виконані із збірних залізобетонних панелей товщиною 120 мм. Фундаменти – пальові. Секції розділені деформаційними швами.

21 червня 2020 року о 10 годині ранку, внаслідок вибуху газо-повітряної суміші, виникла аварійна ситуація, на 7-му поверсі 6 під'їзду. На об'єкті виникли аварійні руйнування конструкцій з людськими жертвами. В процесі аварійно-рятувальних робіт, після попереднього огляду, виконано тимчасове підкріплення аварійних конструкцій та елементів будівлі, а також часткове розбирання завалів, що дозволило провести технічне обстеження об'єкту (рис.1).

В процесі обстеження встановлено, що характер і дислокація руйнувань (обвалення на обидві зовнішні сторони, розліт уламків, пошкодження скління в прилеглих будівлях) вказують на дію вибуху в результаті якого, винила ударна хвиля, що створила надлишкові зусилля на конструкції, направлені назовні від його епіцентру. За рахунок руйнування закладних елементів кріплення стався відрив зовнішніх стін від внутрішніх поперечних, значно збільшилася їх гнучкість (з максимальними величинами в районі вірогідного епіцентру вибуху в межах 7-го поверху), тому, різко змінилася та стала нероботоспроможною схема їх роботи. Зафіксовані наступні руйнування за наслідками миттєвого зламу конструкцій та різкого обвалення масивних конструкцій частини будинку внаслідок вибуху, що викликав внутрішній односторонній тиск на стіни та перекриття:

- миттєве руйнування конструкцій призвело до різкого обвалення масивних конструкцій частини будинку від верхніх до нижніх поверхів;

- обвалення конструкцій призупинилося в межах двокімнатної квартири 4-го поверху в осях Д-Ж, 5-8;



а



б

Рис. 1. Аварійний будинок на вул. Соломії Крушельницької в м. Києві:
а – руйнування головного фасаду; б – карта дефектів на плані типового поверху

- повністю зруйновано конструкції двокімнатних квартир 5-8 поверхів в осях Д-Ж, 5-8;
- частково зруйновано конструкції в межах 6-8 поверхів трикімнатних квартир в осях А-Е, 7-9 та двокімнатних квартир А-Ж, 7-4 та балкон двокімнатної квартири по осі Ж, 8-6 на 9 поверсі;
- деформації зазнали конструкції сходової клітини та парпету 6 під'їзду, а саме: зовнішні панелі в об'ємі 6-9 поверхів сходової клітини в осях Б, 4-6, які змістилися на зовні по осі Б, 6 на величину 10-350 мм, а по осі Б, 5 на величину 30-250мм та парпет в осях Е, 1-9 просів на величину 30 мм;
- вертикальні та горизонтальні тріщини в міс-

- цях примикання стінових панелей та панелей перекриття конструкцій сходової клітини в осях А-Д, 4-6 та незруйнованих приміщень квартир в осях А-Ж, 4-9;
- деяких квартирах цього ж будинку (в межах 5 та 6 під'їздів) та прилеглий забудові ударною хвилею пошкодило скління балконів, міжкімнатних дверей та вікон;
- деформації зон примикання суміжних конструкцій між собою (стінами та перекриттями, зовнішніми та внутрішніми стінами) з руйнуванням цілісності горизонтальних та вертикальних швів примикаючих до епіцентру вибуху приміщень.

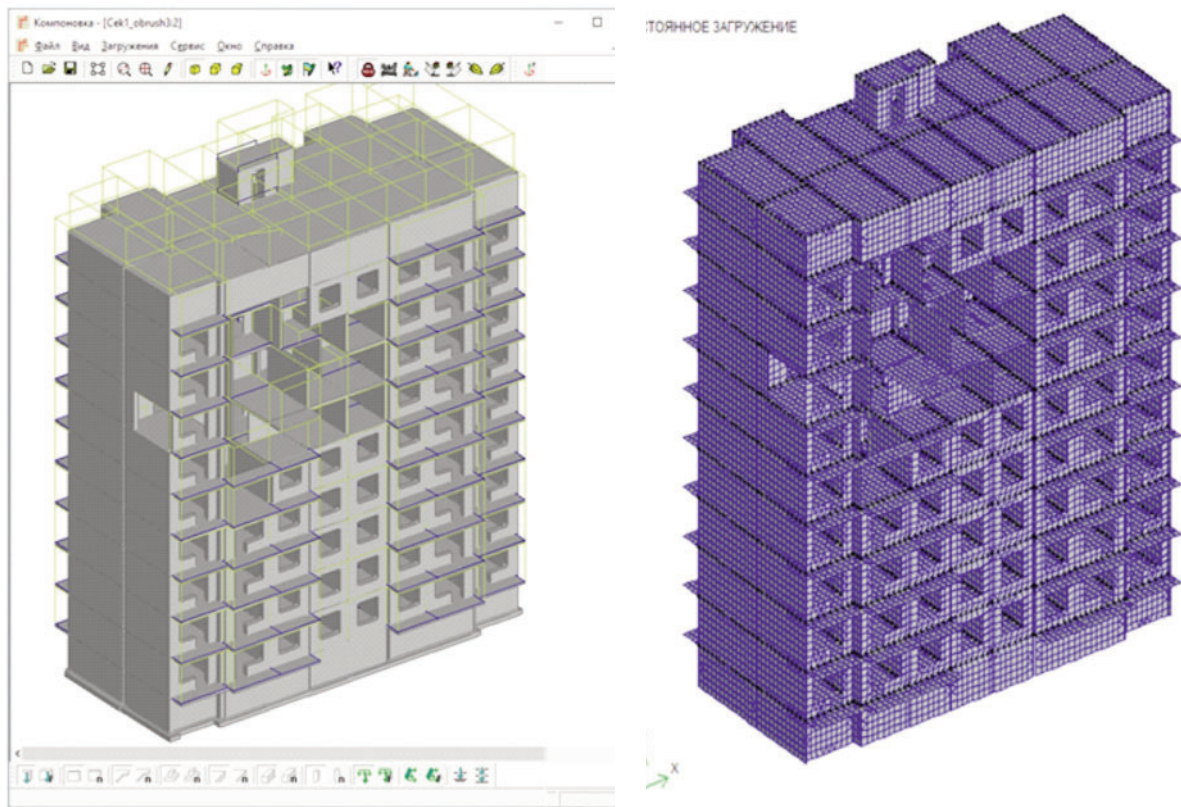


Рис. 2. 3 Д модель будинку та схема МСЕ в ПК «МОНОМАХ САПР» після обвалення

За результатах обстеження 10-и поверхової панельної будівлі зроблено припущення про необхідність її демонтажу. Для аналізу напружено-деформованого стану (НДС) будівлі в ПК «МОНОМАХ

САПР» ПК «КОМПОНОВКА САПР» з використанням метода скінчених елементів (МСЕ) створена її розрахункова схема, що передбачає поетапне видалення обвалених елементів конструкцій.

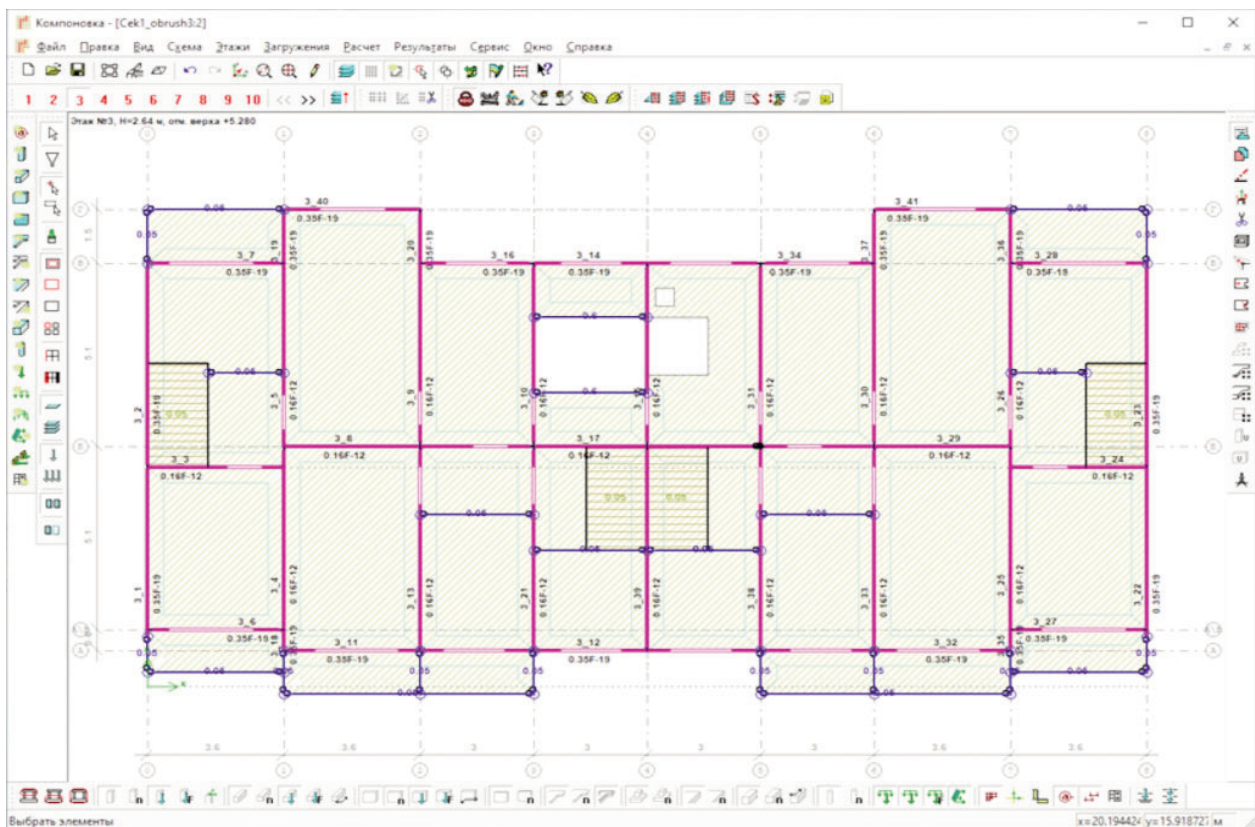


Рис. 3. – План типового поверху будівлі

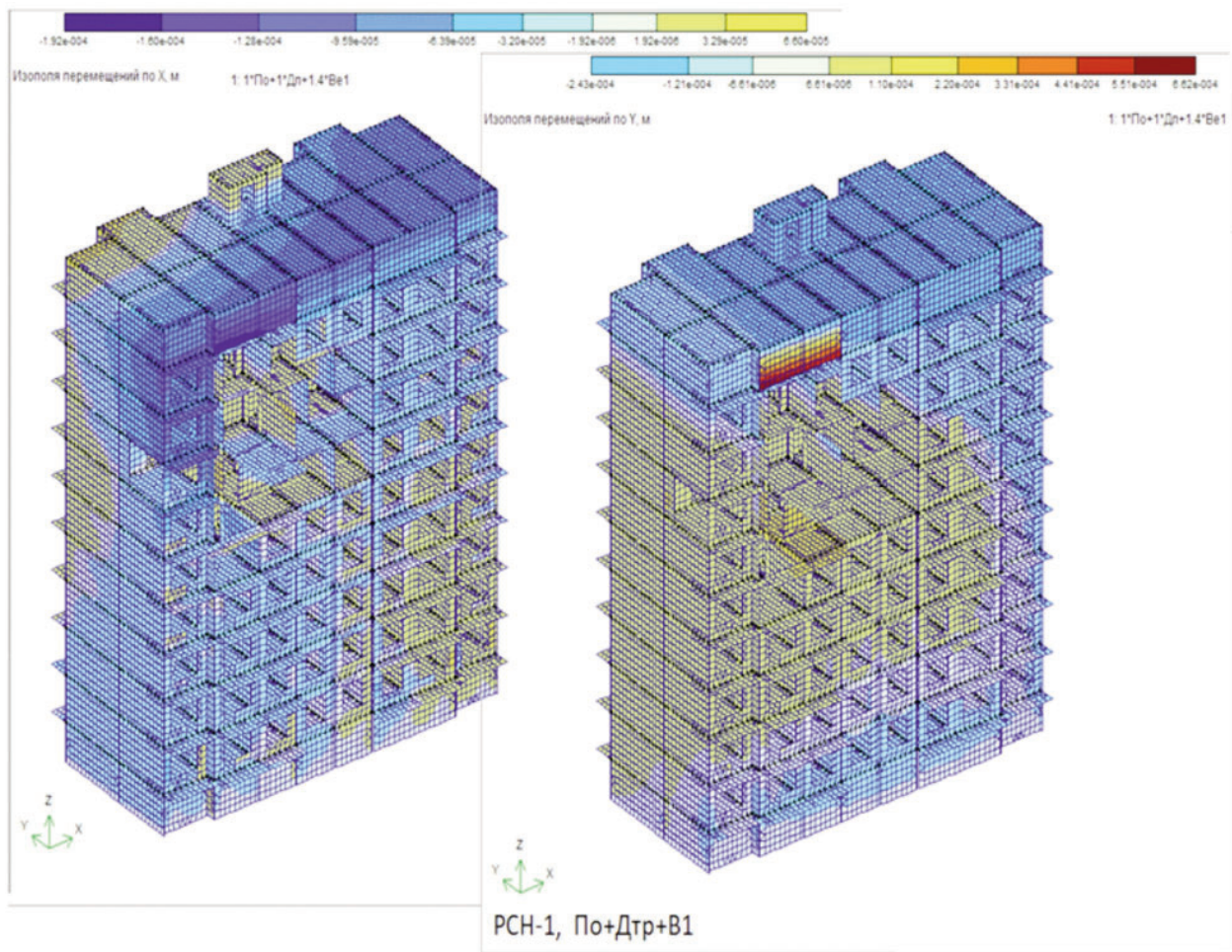


Рис. 4. Короткочасні деформації будівлі після аварійного обвалення

Методика використання МСЕ та розрахункові підходи до моделювання розрахункових схем конструкцій, змінних в часі і реалізованих в «ПС «МОНТАЖ+», наведені в [4-7]. В розрахунковій схемі будівлі задані характеристичні навантаження власної ваги конструкцій, довготривале навантаження, короткочасне та горизонтальне експлуатаційне вітрове навантаження. Схеми вертикальних навантажень на плити перекриття наведені на рис. 2–3. Власна вага конструкцій враховується автоматично.

Виконаний аналіз НДС будівлі з врахуванням власної ваги конструкцій та довготривалих навантажень після видалення обвалених елементів, підтвердив висновок про необхідність її демонтажу.

Враховуючи, що в зруйнованій частині панельної будівлі, зафіксовано обвалення плит та стін більше ніж на двох поверхах, тріщини та деформації на верхніх уцілілих плитах на позначці +25.96м перевищують допустимі значення, наявні конструкції утримуються тільки тимчасовими розпірними елементами підкріплення та закладними деталями кріплення панелей (Рис.4).

Порушення міцності і стійкості будівлі та незначеність роботи її конструктивної схеми значно підвищує актуальність оптимізації технології демонтажу аварійних конструкцій.

Нами розглянуто варіанти послідовності демонтажу панельної будівлі (один поверх підземний, 10-наземних), яка отримала аварійне обвалення частини несучих конструкцій.

Варіанти 1 і 2 демонтажу передбачають його початок з середини перекриття та зони сходової клітини в напрямку торців будівлі.

Варіант 3 демонтажу передбачає його початок з крайньої лівої осі в напрямку середини будівлі.

Варіант 4 передбачає поетапний демонтаж конструкцій після встановлення додаткових елементів підсилення починаючи з крайньої лівої до крайньої правої осі будівлі.

Аналіз першого – третього варіантів демонтажу панельної будівлі показує, що вона перебуває в стані нестійкої рівноваги. Так при проведенні демонтажу без елементів підсилення пружні горизонтальні деформації складають 25.9мм, вертикальні - 90мм. Враховуючи можливі непружні деформації, які можуть перевищувати 270мм, існуючу деформацію від вибуху газу до 300 мм, та не прогнозовану корозію закладних деталей, можливий перехід будівлі в стадію неконтрольованого обвалення.

Аналіз стадій демонтажу будівлі без додаткових утримуючих конструкцій показав вірогідність її подальшого обвалення на сусідню будівлю та прилеглу секцію (рис.4-5), тому, попередньо, прийнята технологія демонтажу з додатковими утримуючими елементами. Спеціалістами ДП НДІБВ розроблена схема підсилення аварійної будівлі на період демонтажу та виготовлені утримуючі конструкції (Рис.6).

Для підтвердження необхідності та надійності підкріплення пошкоджених елементів будівлі виконано перевірочний розрахунок етапів демонтажу будівлі

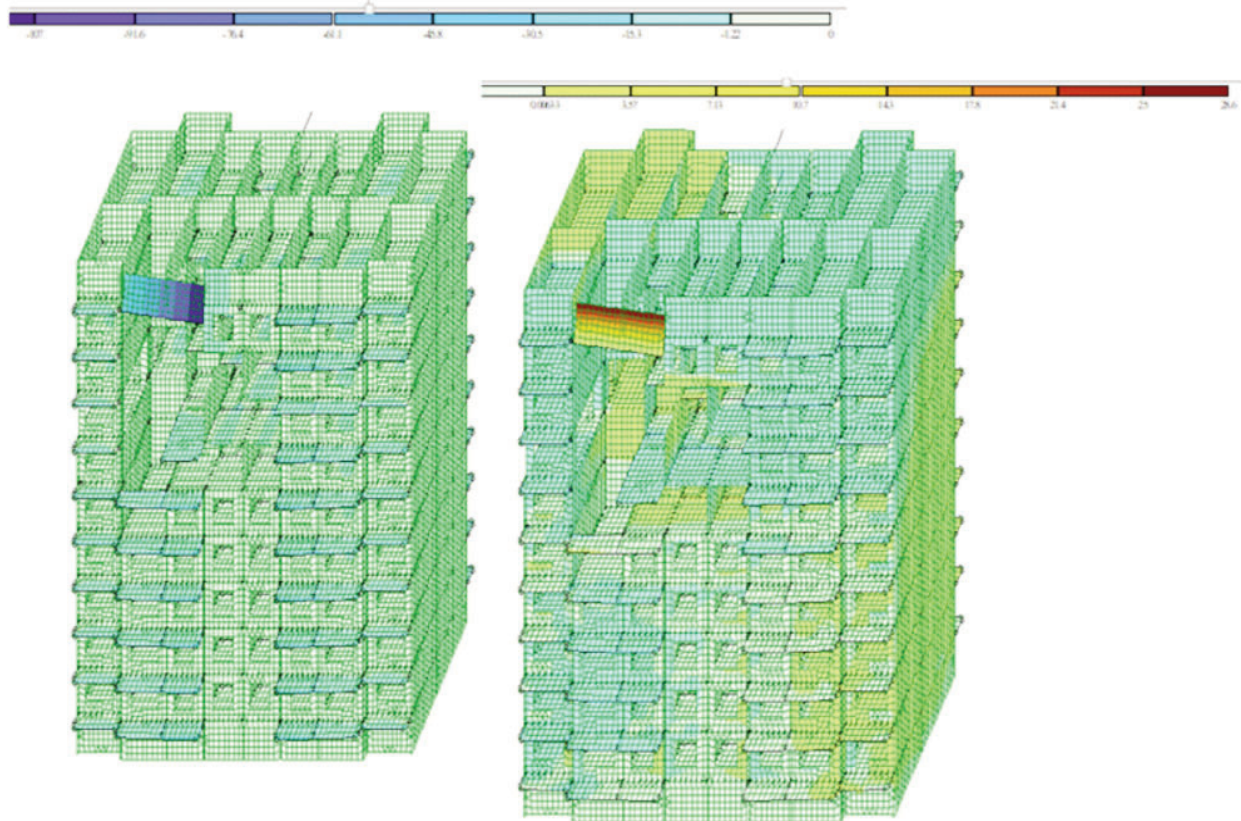


Рис. 5. Короткочасні деформації будівлі при демонтажі плити покриття в ПК «ЛІРА-САПР», ПС «МОНТАЖ» без конструкцій підсилення

з врахуванням елементів підкріплення (рис.6-7). Основні елементи підсилення введені (змонтовані) в розрахункову схему МСЕ: швелер 30 ДСТУ 3436-95, Ст3, ДСТУ 4484:2005 (Швелери сталі горячекатані з паралельними гранями полк, ГОСТ 8240-97), Shv8240 -97=8924мм); профіль «Молодечно» 200Ч5 ДСТУ 3436-95, Ст3, ДСТУ 4484:2005 (профіль сталевий гнучий замкнутий, ГОСТ 30254-94).

За результатами варіанту підсилення будівлі металевими рамними елементами встановлено, що монтаж даних елементів стабілізує горизонтальні та

вертикальні деформації будівлі, але будівля залишається в аварійному стані (рис.7-9).

Результати перевірки металевих конструкцій підсилення показують (рис.10), що місцева стійкість елементів підсилення забезпечується, але для двох поперечних балок не забезпечується стійкість за другим граничним станом (деформативність). Враховуючи, що конструкції підсилення встановлюються на короткий час демонтажу будівлі, та не передбачається їх постійна експлуатація, може бути дозволено їх використання як тимчасових підтримуючих.

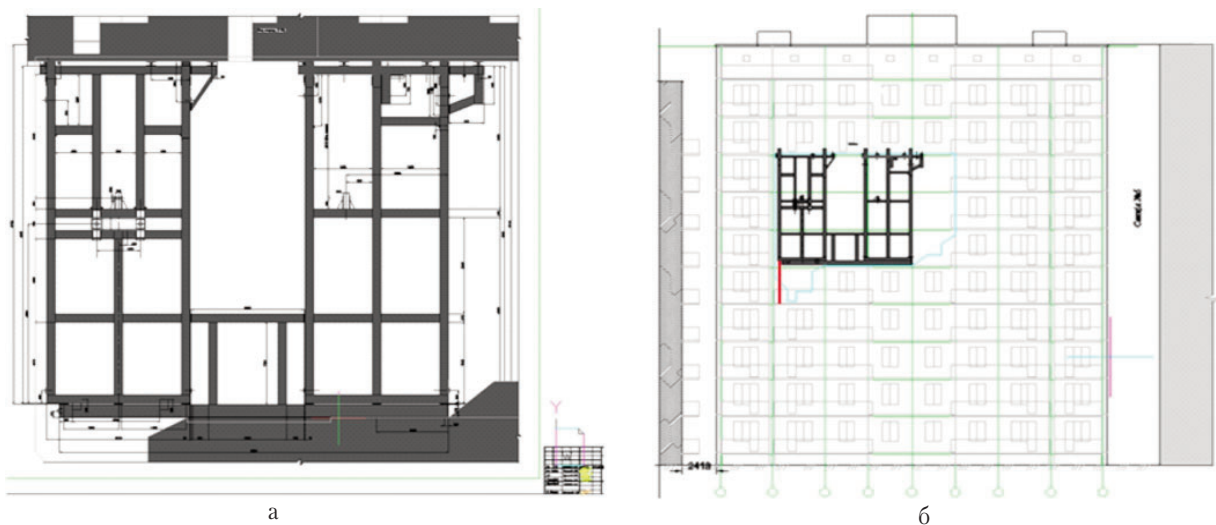


Рис. 6. Схема підсилення будівлі:
а – схема підсилюючої рами, б – схема установки підсилюючої рами

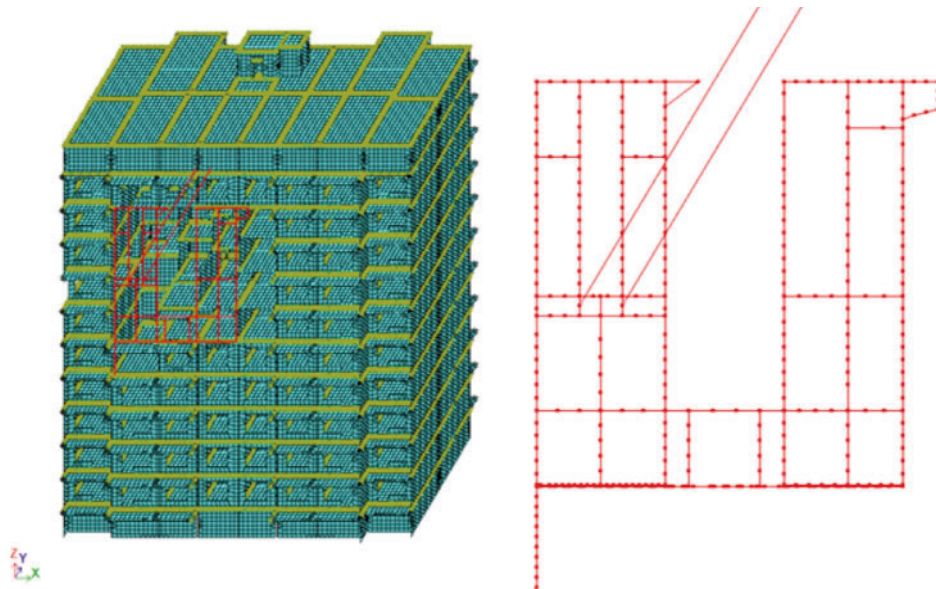


Рис. 7. Розрахункова модель підсилюючих та утримуючих конструкцій при демонтажі будівлі в ПК «МОНТАЖ-САПР»

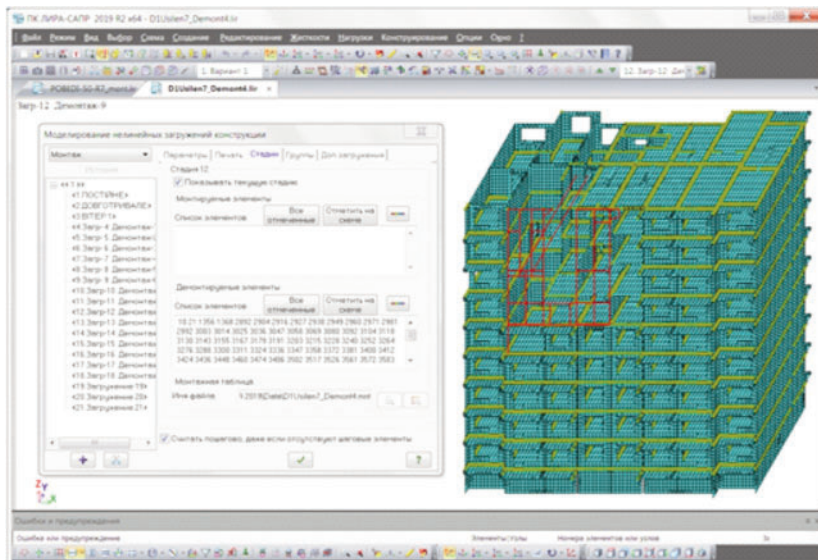


Рис. 8. Врахування стадій демонтажу будівлі в ПК «ЛИРА-САПР»

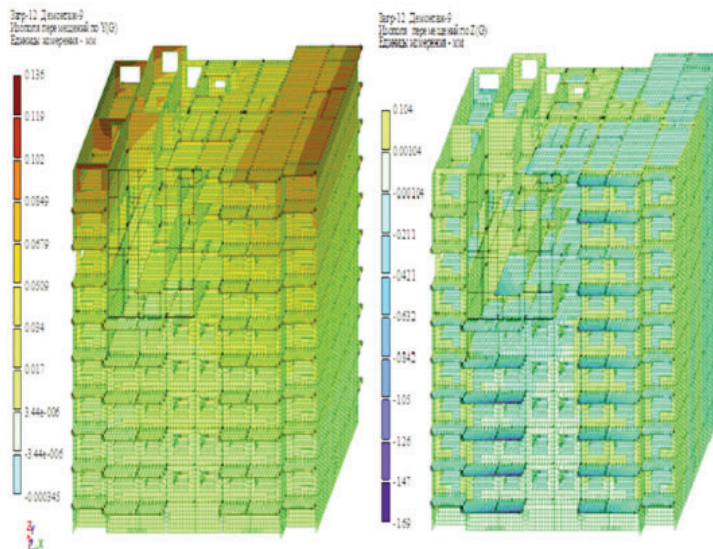


Рис. 9. Стадія-9 демонтажу. Додаткові горизонтальні короткочасні деформації будівлі при змонтованій рамі підсилення та демонтованій частині верхніх перекриттів

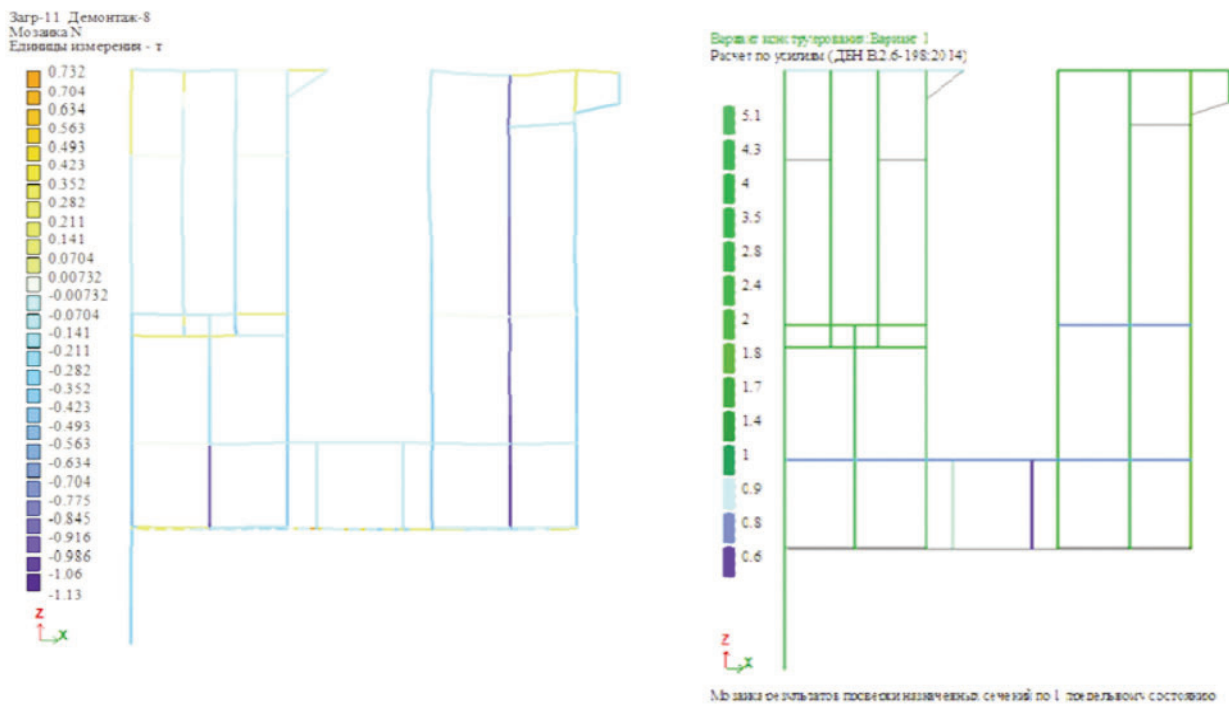


Рис. 10. Додаткові зусилля N в рамі підсилення та Коефіцієнти запасу стійкості конструкцій підсилення

При виконанні даних елементів підсилення просторова стійкість будівлі збільшується, але враховуючи отриману сумарну деформацію від вибуху, будівля продовжує перебувати в стані нестійкої рівноваги, тому до початку демонтажу та з моменту початку робіт необхідно проводити оперативний постійний контроль деформацій та перекосів будівлі. Враховуючи аварійну ситуацію непереборної сили почати роботи з демонтажу будівлі можуть тільки спеціальні аварійні бригади МНС з відповідним обладнанням після монтажу та закріплення запроєктованих елементів підсилення.

Запропонована методика дає можливість оцінити НДС будівлі та конструкцій підсилення та всіх стадіях демонтажу аварійної будівлі.

За результатом аналізу стадійності демонтажу, замовником узгоджена технологічна карта послідовності монтажу підсилюючої рами, змонтована рама підсилення, виконано частковий демонтаж аварійної будівлі.

Висновки

Досліджено та встановлено особливості демон-

тажу зруйнованої аварійної будівлі, вдосконалено чисельну методику моделювання стадій демонтажу, з врахуванням зміни конструктивної схеми будівлі, накопичення деформацій та напружень в елементах змонтованої рами підсилення, поведінки будівлі і окремих елементів (закладних деталей) при дії на них зовнішніх навантажень.

Розвинутий математичний апарат, реалізований в ПК «ЛИРА САПР» дозволяє виконувати розрахунки складних будівельних об'єктів з урахуванням техногенних впливів на їх конструктивні елементи і виконувати моделювання процесів, які призводять до зміни напружено-деформованого стану, розвитку непружних пластичних деформацій та тріщиноутворення. Така методика є універсальною, за її допомогою можливо досліджувати будівлі будь якого типу, що знаходяться під дією зовнішніх впливів техногенного та аварійного характеру.

Вдосконалено технологію демонтажу аварійних будівель в умовах неповної інформації про їх технічний стан. Підвищено ефективність, безпеку виконання аварійно-рятувальних робіт.

Література:

1. Рятувальні роботи під час ліквідації надзвичайних ситуацій. Частина 1: Посібник. За загальною редакцією В. Н. Пшеничного / Аветисян В. Г., Сенчихін Ю. М., Кулаков С. В., Куліш Ю. О., Александров В. Л., Адаменко М. І., Ткачук Р. С., Тригуб В. В. – К.: Основа, 2006. – 240 с. (– 400 с.)
2. ДБН В.1.2-14-2009 Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ.
3. Максименко В.П., Барабаш М.С., Писаревський Б.Ю. Методика оцінки напружено-деформованого стану конструкцій будівлі на основі методу Підсистем. Науково техн. журнал «Будівельне виробництво», К.:НДІБВ, 2021р, №71, ISSN: 2524-2555
4. Городецкий А.С., Евзеров И.Д. Компьютерные модели конструкций. Киев. 2007. 393с.
5. Карпенко Н. И. Общие модели механики железобетона/ Н. И. Карпенко. – М.: Стройиздат, 1996. – 416с.
6. Метод конечных элементов в нелинейных задачах инженерной механики / С. Ф. Клованич, Журнал "Світ геотехніки", 9 випуск, 2009р.
7. Клованич С.Ф., Малишко Л. (Польща), Максименко В.П. Теорія пластичності в будівельному проектуванні, Одеса: ОНМУ, 2018, 141с., ББК 34.41:22.251.73
8. Григоровський П.Є., Червяков Ю.М., Басанський В.О., Крошка Ю.В., Мураєва О.В., Чуканова Н.П. Інформаційне

моделювання організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань при створенні та утриманні будівельних об'єктів. Будівельне виробництво : наук.-техн. зб. Київ: Вид-во «Ліра-К». 2019. № 67. С. 7–16.

References

1. *Rescue operations during the liquidation of emergency situations. Part 1: Guide. Edited by V. N. Pshenychny / V. G. Avetisyan, Yu. M. Senchikhin, S. V. Kulakov, Yu. O. Kulish, V. L. Aleksandroz, M. I. Adamenko, R. S. Tkachuk, Trygub V. V. – K.: Osnova, 2006. – 240 p. (– 400 p.)*
2. *DBN V.1.2-14-2009 General principles of ensuring the reliability and structural safety of buildings, structures, construction structures and foundations.*
3. *Maksimenko V.P., Barabash M.S., Pisarevskiy B.Yu. Methodology for assessing the stress-strain state of building structures based on the Subsystems method. Scientific and technical magazine "Building production", K.: NDIBV, 2021, No. 71, ISSN: 2524-2555*
4. *Horodetsky A.S., Evzerov I.D. Computer models of structures. Kyiv. 2007. 393p.*
5. *Karpenko, N. I. General models of reinforced concrete mechanics/ N. I. Karpenko. - M.: Stroyizdat, 1996. - 416 p.*
6. *Finite element method in nonlinear problems of engineering mechanics / S. F. Klovanych, Journal "World of Geotechnics", issue 9, 2009.*
7. *Klovanych S.F., Malysko L. (Poland), Maksymenko V.P. Theory of plasticity in construction design, Odesa: ONMU, 2018, 141 p., BBK 34.41:22.251.7*
8. *Hrihorovskiy P.E., Chervyakov Yu.M., Basanskyi V.O., Kroshka Yu.V., Murasyova O.V., Chukanova N.P. Information modeling of organizational and technological solutions of instrumental measurements in the creation and maintenance of construction objects. Construction production: science and technology. coll. Kyiv: "Lira-K" publishing house. 2019. No. 67. P. 7–16.*

1P.E. Hryhorovskiy, Doctor of Technical Sciences, Senior Research Fellow, First Deputy Director of State Enterprise "NDIBV" <https://orcid.org/000-0003-0527-5890>;

2V.P. Maksimenko Head of laboratory for high-rise and experimental construction <https://orcid.org/0000-0002-2835-026X>;

3V.O. Basanskyi, Head of the Sector of State Enterprise "NDIBV" <https://orcid.org/0000-0002-7850-7798>;

4A.P. Hryhorovskiy, aspirant, <https://orcid.org/0000-0003-0009-2358>

^{1, 2, 3, 4} State Enterprise "Research institute of building production named V.S. Balitsky", Kyiv

IMPROVEMENT OF THE DISMANTLING TECHNOLOGY OF EMERGENCY LARGE-PANEL BUILDINGS ACCORDING TO THE RESULTS OF ASSESSING THEIR RESISTANCE TO COLLAPSES

Abstract. Problem. *The complete or partial dismantling of the damaged object is an important step in eliminating the consequences of emergency destruction. Issues related to man-made destruction of buildings and structures, their temporary emergency reinforcement and establishment of the possibility of further restoration require the professional participation of civil engineers in the substantiation of urgent project decisions. Currently, there are no organizational and technological solutions that are able to simultaneously combine objective urgency and rational justification of their implementation.*

Method. *On the example of a building that suffered significant damage as a result of an explosion of a gas-air mixture, the selection of the optimal and safe method of its partial dismantling in the conditions of compacted buildings while ensuring safety requirements and the methodology for assessing the stress-strain state of the building structures based on the subsystem method was carried out.*

Originality. *Violation of the strength and stability of the building as a result of a man-made accident and the uncertainty of the work of its structural scheme significantly increases the urgency of optimizing the technology of dismantling emergency structures. Variants of the sequence of dismantling of a large-panel building, which suffered an emergency collapse of part of the load-bearing structures, were considered. The basis of the choice is the practice of a complex study of the "foundation - ground part of the damaged building" system at the stage of dismantling and temporary strengthening. On the basis of the LIRA-CAD software complex, a methodology has been developed that allows creating adequate computer models that change taking into account the stages of dismantling, keeping the load history and taking into account the emerging forces and deformations. The initial data for the creation of an adequate computer model were obtained by analyzing design and technical documentation, visual and instrumental examination of the emergency building. The advanced mathematical apparatus implemented in the PC "LIRA CAD" allows to perform calculations of complex construction objects taking into account man-made influences on their structural elements and to perform modeling of processes that lead to changes in the stress-strain state, the development of inelastic plastic deformations and crack formation. **Practical value.** Such a technique is universal, with its help it is possible to examine buildings of any type that are under the influence of man-made and emergency external influences. The technology of dismantling emergency buildings in conditions of incomplete information about their technical condition has been improved. The safety efficiency of emergency and rescue operations has been increased.*

Key words: *technology, abnormal impacts, destruction, buildings, information modeling, restoration*