

**ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА**

ІСМАГІЛОВ АНДРІЙ ОЛЕГОВИЧ

УДК 624.94; 69.059

**ВДОСКОНАЛЕННЯ ОЦІНКИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ
ПРИДАТНОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ
В УМОВАХ НЕРІВНОМІРНИХ ОСІДАНЬ ОСНОВИ**

05.23.01 – Будівельні конструкції, будівлі та споруди

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

ПОЛТАВА – 2007

Дисертація є рукописом.

Роботу виконано в Українській державній академії залізничного транспорту Міністерства транспорту та зв'язку України (м. Харків).

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор **Єрмак Євген Михайлович**, Українська державна академія залізничного транспорту, професор кафедри будівельних матеріалів, конструкцій та споруд.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор **Югов Анатолій Михайлович**, Донбаська національна академія будівництва та архітектури, завідувач кафедри технології, організації та охорони праці в будівництві;

кандидат технічних наук, доцент **Трусов Геннадій Миколайович**, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, доцент кафедри конструкцій з металу, дерева та пластмас.

Провідна установа: Харківський державний технічний університет будівництва та архітектури Міністерства освіти і науки України, кафедра залізобетонних і кам'яних конструкцій.

Захист дисертації відбудеться “12” червня 2007 року о 13⁰⁰ на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 44.052.02 при Полтавському національному технічному університеті імені Юрія Кондратюка за адресою: 36011, м. Полтава, Першотравневий проспект, 24, ауд. 218

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка за адресою: 36011, м. Полтава, Першотравневий проспект, 24.

Автореферат розісланий “11” травня 2007 року.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

В.В. Чернявський

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В Україні накопичений значний фонд експлуатованих будівельних конструкцій промислових будівель, що обслуговують стратегічні галузі господарської діяльності: промисловість, транспорт, енергетику. Більшість цих будівель були побудовані і введені в експлуатацію в 40-60 роки минулого сторіччя. Підійшов час їхнього інтенсивного зносу, збільшилося число аварій.

Аналіз технічного стану зазначених об'єктів будівництва свідчить про те, що в роботі з їхнього утримання немає належного порядку і системного підходу, який забезпечив би кваліфіковану експлуатацію та інженерну діагностику для попередження аварійних ситуацій.

Таке положення ставить задачу забезпечення експлуатаційної придатності промислових будівель і споруд у ряд державних проблем особливої важливості.

У даній дисертаційній роботі ця задача вирішується для промислових будівель, технічне утримання яких ускладнено нерівномірними осіданнями основи. Така тема дослідження є актуальною для України, значна частина території якої (близько 70%) розташована в зоні просадних ґрунтів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема і зміст дисертації пов'язані з виконанням плану роботи секції “Будівельні металеві конструкції, мости, морські, річкові і портові споруди” Науково-координаційної й експертної Ради з питань ресурсу і безпечної експлуатації конструкцій, споруд і машин при Президії Національної академії наук України (п. 3.3.5 „Розробити та впровадити експертну систему прогнозування наслідків аварійних впливів природного і техногенного характеру на надійність та безпечність будівельних конструкцій”).

Мета дослідження - вдосконалення оцінки експлуатаційної придатності конструкцій промислових будівель в умовах нерівномірних осідань основи шляхом уточнення розрахункових передумов, прогнозу небезпечного стану і створення спеціальної автоматизованої системи.

Задачі дослідження:

- аналіз відомих досліджень і нормативних вказівок, що мають відношення до даної проблеми (протипросадні заходи, контроль за розвитком осідань, розрахункові передумови, характерні пошкодження та ін.);
- вивчення й аналіз автоматизованих систем, розроблених для технічної діагностики конструкцій будівель і мостів;
- розробка і впровадження автоматизованої інформаційно-експертної системи “Каркас” для технічного утримання і технічної діагностики конструкцій промислових будівель в умовах нерівномірно деформованої просадної основи;
- формування варіантів розрахункових моделей для визначення зусиль і переміщень від просадних деформацій; обґрунтування раціонального варіанта за критерієм точності розрахунків на основі

чисельних експериментів для різних випадків нерівномірності осідань основи під фундаментами колон каркаса;

- розробка і реалізація методики експериментально-теоретичного уточнення характеристик пружної піддатливості опорних зв'язків каркаса і наведення їх на розрахункових моделях;
- розробка методики прогнозування розвитку просадних деформацій і часу утворення осідань, граничних за критеріями експлуатаційної придатності.

Об'єкт дослідження - технічний стан і експлуатаційна придатність конструкцій каркаса виробничих будівель, обладнаних мостовими кранами і побудованих на просадній основі.

Предмет дослідження - зміна технічного стану конструкцій експлуатованих цехів при розвитку нерівномірних осідань і вплив на оцінку експлуатаційної придатності цих конструкцій пружних і залишкових деформацій ґрунтів основи.

Методи дослідження:

- методи математичного моделювання - для формування й аналізу розрахункових моделей конструкцій каркаса промислових будівель за критерієм точності розрахунків і відповідності дійсній роботі цих конструкцій;
- методи будівельної механіки, у тому числі метод кінцевих елементів - для аналізу зусиль, напружень і деформацій від просадних впливів у конструкціях каркаса промислових будівель на різних варіантах розрахункових моделей;
- методи експериментального дослідження роботи конструкцій промислових будівель у натурних умовах;
- математичні методи обробки статистичної інформації (апроксимація, екстраполяція) – для прогнозування величин осідань основи.

Наукова новизна одержаних результатів:

- вперше розроблена, для оцінки експлуатаційної придатності конструкцій промислових будівель в умовах нерівномірно просідаючої основи, автоматизована інформаційно-експертна система „Каркас”;
- удосконалено методику виконання розрахунків каркасу будівель на нерівномірні просадні впливи через обґрунтування раціональних розрахункових моделей, складених з урахуванням особливостей розподілення осідань, конструктивної схеми каркасу та сумісної пружної роботи каркаса з основою;
- розроблено і реалізовано методику натурних випробувань конструкцій для визначення параметрів піддатливості опорних зв'язків каркасу, яка обумовлена пружними деформаціями основи, фундаментів і базових елементів колон;
- надано подальшого розвитку використанню критеріїв експлуатаційної придатності конструкцій будівель на основі розробленої методики прогнозування термінів утворення граничних осідань.

Практичне значення одержаних результатів.

1. Створення інформаційно-експертної системи “Каркас” дає можливість засобами автоматизації оперативно і на більш високому рівні вирішувати задачі технічної експлуатації промислових будівель в умовах нерівномірних осідань основи.
2. Варіанти розрахункових моделей і принципи їхнього формування дозволяють проводити розрахунковий аналіз напружено-деформованого стану конструкцій каркаса на просадні впливи з урахуванням різних обставин нерівномірного розвитку осідань.
3. Методика і результати експериментально-теоретичного визначення характеристик пружної піддатливості опорних зв'язків опор каркаса дають можливість вносити важливі уточнення в розрахункові моделі й одержувати більш достовірні величини додаткових зусиль і переміщень в елементах каркаса від просадних впливів.
4. Розробка методики прогнозування розвитку просадних деформацій за даними регулярного геодезичного контролю в процесі експлуатації будівлі дозволяє встановлювати закони зміни осідань на майбутнє і визначати час утворення величин осідань, граничних за критеріями експлуатаційної придатності.

Впровадження результатів роботи.

1. Інформаційно-експертна система “Каркас” передана Всеукраїнському інституту Трансформаторобудування (м. Запоріжжя) для оперативного рішення задач технічної експлуатації Великого високовольтного залу - унікального великопрогонового і висотного “кранового” цеху.
2. В експертних блоках ІЕС “Каркас” використовуються розрахункові моделі для перевірочних розрахунків на нерівномірні осідання і методика прогнозування розвитку просадних деформацій для вживання своєчасних заходів до забезпечення безпечної експлуатації і довговічності будівлі.
3. Методи визначення фактичної пружної піддатливості опорних зв'язків каркаса реалізовані в процесі робіт з обстеження технічного стану промислових будівель ДП “Запоріжтрансформатор”.
4. Матеріали даних досліджень використовуються в лекційних курсах: “Експлуатаційна надійність будівельних конструкцій”, “Технічне утримання будівель в особливих умовах” для студентів спеціальності “Промислове та цивільне будівництво” Української державної академії залізничного транспорту (м. Харків).

Особистий внесок здобувача полягає в наступному:

- розробка структурної побудови інформаційно-експертної системи “Каркас” для удосконалення технічного утримання і оцінки експлуатаційної придатності одноповерхових промислових будівель в умовах нерівномірних осідань основи;

- вирішення науково-технічних задач, які забезпечують ефективну роботу експертної частини інформаційно-експертної системи (розрахункові моделі, прогнозування розвитку осідань) та мають самостійне значення для технічної діагностики конструкцій будівель в таких особливих умовах;
- участь у розробці методики натурних випробувань для визначення пружних переміщень точок конструкцій каркаса за дистанційною схемою; розробка методики рішення такої задачі з використанням нівелювання; участь у проведенні випробувань, обробка і аналіз результатів;
- планування і проведення чисельних експериментів та інших розрахунків, пов'язаних з вирішенням задач дисертації.

Апробація результатів роботи. Основні положення і результати дисертації доповідалися на міжнародних конференціях: “Надійність і безпека будівель і споруд в умовах особливих впливів” (Санкт-Петербург, 2001 р.); Українській науково-технічній конференції “Металеві конструкції: погляд у минуле і майбутнє” (Київ, 2004 р.); на науково-практичних конференціях Української державної академії залізничного транспорту 2002ч2005 р. У повному обсязі дисертаційна робота доповідалася на розширеному засіданні кафедри “Будівельні матеріали, конструкції і споруди” Української державної академії залізничного транспорту (грудень 2006 р.) та на засіданні наукового семінару при спеціалізованій вченій раді Д 44.052.02 Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка (березень 2007 р.).

Публікації. Основний зміст дисертації опублікований у наукових журналах (4 публікації), матеріалах і тезах наукових конференцій (2 публікації).

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел (153 найменувань) і 5 додатків. Дисертація викладена на 183 сторінках, у тому числі 110 сторінок основного тексту, 16 повних сторінок з рисунками і таблицями, 16 сторінок списку використаних джерел, 41 сторінка додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** сформульовано актуальність теми, мету і задачі дослідження, викладено наукову новизну і практичне значення роботи.

У **першому розділі** виконаний короткий аналіз відомих досліджень, нормативних вказівок, що мають відношення до проблеми забезпечення експлуатаційної придатності конструкцій промислових будівель в умовах нерівномірно деформованої основи. Розглянуто рекомендовані заходи, щодо попередження або обмеження осідань, способи контролю за розвитком осідань, розрахункові передумови для аналізу напружено-деформованого стану конструкцій від просадних впливів, характерні пошкодження.

Вітчизняний і закордонний досвід технічного утримання будівель і мостів, що мають підвищену соціальну й економічну значимість, свідчить про доцільність використання системного підходу до рішення цієї задачі на базі сучасної електронно-обчислювальної техніки. Створені призначені для цього автоматизовані системи Є.П.Уваровим, М.С.Розенфельдом, Г.Л.Семенцом, А.М.Юговим. Але ці розробки важко використовувати для рішення задач технічного утримання і технічної діагностики конструкцій в особливих умовах, зокрема – при нерівномірних осіданнях основи.

Для оцінки технічного стану експлуатованих конструкцій повинна бути забезпечена точність перевірочних розрахунків, яка близька до параметрів фактичного напружено-деформованого стану цих конструкцій, що вимагає відповідного уточнення схематизації розрахункових моделей.

Принципи формування розрахункових моделей, які адекватно уточнюють дійсні умови роботи будівельних конструкцій, розглянуті в дослідженнях Н.П.Абовського, І.І.Гольденבלата, Є.М.Єрмака, В.В.Кулябка, А.В.Перельмутера, О.В.Шимановського, Б.М.Лисицина, В.І.Феодосьєва та ін.

Варіанти розрахункових моделей для розрахунку конструкцій будівель на нерівномірні просадні впливи містяться в роботах М.С.Метелюка, С.М.Клепикова, А.С.Трегуба, І.В.Матвєєва, Ю.Л.Бучинського, М.А.Коваленка та ін. Розрахункові моделі, що враховують спільну роботу конструкцій будівлі з основою, були запропоновані І.Я.Лучковським, В.І.Слівкером, М.А.Марковою та ін.

Удосконаленню методів розрахунку споруд на стадії експлуатації з застосуванням теорії надійності присвячені праці В.В.Болотіна, А.Я.Барашикова, С.Ф.Пічугіна, А.Р.Ржаніцина та ін.

Зокрема, доцільним є імовірнісно-статистичний підхід до визначення характеристик фактичної пружної піддатливості вузлових і опорних зв'язків каркаса. Такий висновок може бути обґрунтований аналізом робіт В.Н.Альохіна, Е.І.Белєня, І.М.Лібедіча, М.Н.Аскройд, Р.М.Беннетт, Р.Е.Мелчерс, G.L.Fucker та ін.

Найбільш достовірні результати дослідження такої задачі, враховуючи випадковий характер і нерівномірність факторів впливу, можуть бути отримані експериментально-теоретичним шляхом, за результатами натурних експериментів.

Серед публікацій з даної проблеми слід особливо зазначити роботу інженерів ДП ЛенПСК (Ю.С.Плішкін, М.Б.Солодарь, Й.К.Раша, Б.І.Любаров), пов'язану з задачею збереження експлуатаційної придатності конструкцій головного корпусу “Атоммаша” у м. Волгодонську при нерівномірних осіданнях основи. Для прийняття необхідних конструктивних заходів тут запропоновано вести таблиці контролю граничних осідань, час утворення яких визначається приблизно.

Наявність даних регулярного геодезичного контролю за просадними деформаціями дає можливість вирішити задачу прогнозування розвитку осідань. Така задача поставлена в роботах А.Н.Грідчина, С.А.Ніколаєва.

На підставі проведеного аналізу складена структурно-логічна схема поставлених і вирішених у даному дослідженні задач (рис. 1).

Рис. 1. Структурно-логічна схема задач дослідження (задачі, що виділені пунктирною рамкою, в цій дисертаційній роботі не розглядалися)

Другий розділ дисертації присвячений питанням формування структури інформаційно-експертної системи (ІЕС “Каркас”) для забезпечення безвідмовної експлуатації і продовження ресурсу промислових будівель в умовах нерівномірних осідань основи.

Конкретно ІЕС “Каркас” розроблена і реалізована для забезпечення експлуатаційної придатності унікальної за розмірами (рис. 2) промислової будівлі Великого високовольтного залу в м. Запоріжжя.

Складність і відповідальність вирішення задач технічного утримання цього цеху в умовах розвитку нерівномірних осідань основи обумовлена застосуванням дуже жорстких і нерозрізних конструкцій як у поперечному, так і в поздовжньому напрямках каркаса (рис. 2), що призводить до збільшення зусиль, напружень і пошкоджень від осідань. З огляду на безперервну зміну просадних деформацій у процесі експлуатації, доводиться досить часто проводити переоцінку працездатності конструкцій.

а)

б)

Система складається з двох основних частин (рис. 3): інформаційно-довідкової та

Рис. 2. Каркас будівлі Великого високовольтного залу: а) поздовжній розріз; б) поперечний розріз

експертної, реалізованих у вигляді підсистем і функціонально пов'язаних між собою.

В інформаційно-довідковій частині містяться: загальні (паспортні) дані про будівлю; копії документів, які супроводжували проектування, виготовлення і монтаж конструкцій; дані про інженерно-геологічні умови майданчика; дані про навантаження і впливи; дані про водонесучі мережі; відомості про систему геодезичного контролю за положенням конструкцій (схема установки деформаційних марок на конструкціях будівлі, дані про методику вимірів і обробку

результатів, місце розташування вихідних геодезичних знаків висотної і планової основи, їхня прив'язка та ін.).

Докладна характеристика конструктивного рішення в текстовому і графічному вигляді є підлеглою ієрархічній структурі (рис. 3). Перший ієрархічний рівень містить характеристику каркаса будівлі в цілому. Другий – окремих його конструкцій, обумовлених призначенням і специфічністю конструктивної форми (колони, ригелі, зв'язки, підкранові конструкції та ін.). Третій рівень містить опис елементів, що складають ці конструкції (елементи кроквяної ферми, елементи гратчастої колони та ін.).

Рис. 3. Структурно-логічна схема ІЕС “Каркас”

Уся зазначена інформація може бути віднесена до довідкових або вихідних даних.

У цій підсистемі фіксуються, на основі контрольно-вимірювальних спостережень, зміни факторів, що ускладнюють експлуатацію, у даному випадку - величини осідань основи під опорами каркаса, лінійні і кутові переміщення конструкцій каркаса, пошкодження елементів і з'єднань та ін. Зазначена інформація складає поповнювані дані системи.

Експертна частина ІЕС призначена для розрахункової оцінки технічного стану конструкцій каркаса за даними, одержуваними з інформаційної частини, і з урахуванням мінливості особливих впливів (розвиток осідань основи), відповідних пошкоджень та інших факторів зносу.

Ефективність роботи експертної підсистеми багато в чому залежить від точності перевірочних розрахунків, задачею яких є аналіз напружено-деформованого стану конструкцій

каркаса з врахуванням пружних і залишкових деформацій основи, що повинно бути адекватно представлене на розрахунковій моделі.

Перевірочні розрахунки виконуються з використанням ПК "Ліра-Windows", для звертання до якого в даній підсистемі розміщені відповідні ідентифікатори.

Для визначення термінів утворення граничних, за критеріями експлуатаційної придатності, осідань основи в експертну частину системи включений блок статистичного прогнозування осідань за даними регулярних геодезичних спостережень.

У **третьому розділі** дисертації наведені методика і результати експериментального визначення характеристик пружної піддатливості опорних зв'язків каркаса і схематизація їх на розрахункових моделях.

Дослідження і рішення цієї задачі виконані при наступних припущеннях:

- досить достовірну інформацію про фактичну жорсткість (піддатливість) опорних зв'язків можна одержати тільки за результатами експериментів на натурі; теоретичне рішення такої задачі є дуже складним, оскільки воно пов'язане з аналізом випадкового характеру параметрів, від яких ця жорсткість залежить, особливо якщо враховувати фактори зносу і зміну властивостей ґрунту основи в процесі експлуатації;
- пружна піддатливість опорних зв'язків каркаса оцінюється по величинах пружних переміщень точок приопорної частини колон від випробувального навантаження (від мостових кранів). Вважається, що залишкові деформації ґрунтів основи під подошвою фундаменту від тимчасових впливів стабілізувалися і при повторних навантаженнях не накопичуються. Тоді уточнення розрахункової моделі у відношенні схематизації опорних зв'язків може бути зроблено, якщо установити такі їхні характеристики, що враховують можливість пружних лінійних і кутових переміщень.

Зазначеними характеристиками є:

- коефіцієнт жорсткості основи K_i ;
- коефіцієнт пропорційності u_i , що зв'язує величину згинаючого моменту, який сприймається опорним перетином колони, і теоретичний кут повороту цього перетину (припускаємо, що поворот фундаменту і бази колони є спільним).

Виходимо з того, що характеристики K_i і u_i є випадково мінливими величинами, з огляду на їхню залежність від ряду факторів, що важко оцінити теоретично з необхідною точністю (властивості і стан ґрунтів основи, робота елементів бази колони, жорсткість з'єднання її з фундаментом та ін.).

Розроблено два варіанти методики експериментального визначення K_i і u_i .

Варіант № 1. *Визначення переміщень точок колон каркаса за допомогою прогиномірів за дистанційною схемою.* У цьому випадку, для визначення K_i і u_i потрібно вимірити вертикальні і

горизонтальні переміщення точок колони щодо нерухомих опор. Організувати такі опорні точки складно, тому прогиноміри необхідно розміщувати на деякій відстані від бази колон і, отже, дротові зв'язки натягнути під кутом до обр'їу (рис. 4). Вимірюючи переміщення якої-небудь точки колони в площині поперечної рами каркаса, потрібно установити на цю точку два прилади, тоді напрямки дротових зв'язків визначають напрямки складових переміщень, що вимірюються. Ці напрямки повинні бути обов'язково різними. Вертикальні та горизонтальні складові переміщень точок колони визначаються шляхом перерахувань при відомих геометричних характеристиках положення дротових зв'язків щодо колони.

Рис. 4. Встановлення прогиномірів на об'єкті
випробувань

Для уточнення просторових розрахункових моделей потрібно на кожну точку ставити три прогиноміри з різними напрямками дротових зв'язків.

Варіант № 2. *Вимір переміщень точок колон за допомогою високоточного нівеліра.* Використовуються також спеціальні вимірювальні площадки, що кріпляться нерухомо в нижній частині колон (рис. 5).

До завантаження колони випробувальним

навантаженням (положення площадки на рис. 5 показано пунктирною лінією) і в навантаженому стані (одне з можливих положень площадки показано суцільною лінією) беруться відліки по рейках, встановлених у точках O_1 і O_2 , що дає можливість шляхом перерахувань визначити вертикальні переміщення точки O і кутові переміщення колони в перетині O_1-O_2 .

Рис. 5. Схема пружних переміщень точок O_1 та O_2 для колони середнього ряду від випробувального навантаження

Відстані між двома точками – розмір вимірювальної площадки – впливає на точність вимірів.

Вибір способу вимірів (варіант № 1 або № 2) залежить від наявності або відсутності тих або інших вимірювальних

приладів і пристроїв для їхньої установки, а також - від умов проведення випробувань (розташування устаткування в цеху, можливість установки приладів та ін.).

Реалізацію методики вимірів по варіанту № 1 виконано з використанням прогиномірів ПМ-3 системи Максимова.

Для каркаса ВВЗ виміри показали, що пружні переміщення точок опорної частини колон (2,2 м ч 4,8 м від рівня чистої підлоги) є зневажно малими, що, мабуть, пояснюється наявністю штучної основи (на ґрунтонабивних палях).

Для каркаса будівлі машинного залу ДП “Запоріжтрансформатор” випробування (рис. 4) показали, що пружні осідання колон є малими (математичне очікування $y_d=0,031$ см; $K_d=9355$ кН/см), і тому можна вважати, що вони не впливають на розподіли згинальних моментів в елементах поперечних рам; ступінь пружного защемлення колони в опорному вузлі залежить від піддатливості опорних зв'язків при повороті.

Теоретичне значення u_i визначене з умови рівноваги фундаменту, завантаженого згинальним моментом M_i (рис. 6б).

Рис. 6. Схема зусиль: а) при осіданні фундаменту; б) при повороті фундаменту; в) схематизація опорних зв'язків на розрахунковій моделі

Попередньо визначений коефіцієнт постелі основи під фундаментом C_0 з умови рівноваги фундаменту як штампа на суцільній пружній основі при вертикальному осіданні (рис. 6а).

$$C_0 = \frac{N}{y \cdot a_1 \cdot b_1}, \quad (1)$$

де N – навантаження, що викликає осідання “у”, a_1 і b_1 – розміри підшви фундаменту.

Використовуючи умову рівноваги фундаменту, завантаженого моментом M_i (рис. 6б), і вважаючи, що $tg\alpha \ll 1$ (через малість кута повороту), одержимо:

$$M_i = \frac{C_0 \cdot b_1 \cdot a_1^3}{12} \cdot \alpha; \quad u_i = \frac{N}{y} \cdot \frac{a_1^2}{12}. \quad (2)$$

Стержні “S” на моделі опорних вузлів поперечних рам (рис. 6в) вважаємо ідеально пружними, їхня стійкість при стиску вважається забезпеченою, а осьова жорсткість визначається величиною u_i . Інші стержневі елементи цієї моделі приймаються абсолютно жорсткими.

Якщо до опорного перетину прикладене зусилля \bar{M} , то, при зазначених на рис. 6в розмірах, жорсткість зовнішнього пружного зв'язку “S” дорівнює:

$$EA_S = \frac{u_i}{2}. \quad (3)$$

У четвертому розділі розглянуті питання формування розрахункових моделей каркаса експлуатованих промислових будівель для визначення зусиль і деформацій від нерівномірних просадних впливів, розвиток яких контролюється регулярними геодезичними вимірами.

Для оцінки технічного стану експлуатованих об'єктів будівництва вирішальне значення мають результати розрахункового аналізу, що повинний бути виконаний з урахуванням фактичних обставин роботи конструкцій, а також дефектів і пошкоджень, виявлених при обстеженні. Коректність результатів цього аналізу багато в чому залежить від точності розрахункової моделі.

У даному конкретному випадку одним з визначальних факторів при формуванні розрахункової моделі є характер нерівномірного розподілу осідань основи по площі цеху.

Раціональний варіант розрахункової моделі, як відомо, встановлюється в результаті рішення задачі синтезу за критерієм точності розрахунків з орієнтуванням на наявні дані про фактичну роботу конструкцій, які моделюються (наприклад, дані натурних випробувань). Одержати такі дані

у відношенні напружено-деформованого стану каркаса від просадних впливів дуже складно. Тому, будемо вважати точними результати розрахунку на просторовій моделі, що схематично повторює весь конструктивний комплекс (варіант № 1 розрахункової моделі, рис. 7).

Необхідність розрахунків на такій моделі є, очевидно, безумовною в загальному випадку, коли осідання, істотно нерівномірні, мають місце під фундаментами усіх або більшості колон каркаса.

Якщо нерівномірні деформації основи розвиваються локально (в окремих зонах будівлі), то доцільно використовувати прийом спрощення топології складної багатоелементної моделі, заснований на виділенні з повної конструктивної схеми каркаса просторового блоку в зоні осідань (варіант № 2 розрахункової моделі – рис.8). У випадках, коли осідання основи виявлені під фундаментами колон тільки однієї поперечної рами, або тут має місце значне збільшення осідань у порівнянні з рівномірними деформаціями основи на іншій площі цеху, то можливий варіант розрахункової моделі на базі плоскої рамної системи (варіант № 3 – рис. 11).

Рис. 7. Варіант № 1 розрахункової моделі (деформована схема)

Варіанти № 2 і № 3 розрахункових моделей доповнюються пружними зв'язками, що інтегрально враховують участь у роботі підсистеми, виділеної для розрахунку інших елементів каркаса, не включених у

модель у явному вигляді, що є необхідним уточненням в умовах такого особливого локального впливу як нерівномірні осідання основи. На рис. 8 і 11 ці пружні зв'язки встановлені відповідно до відомого припущення, що ефект спільної роботи поперечних конструкцій каркаса при локальних навантаженнях (від мостових кранів) і впливах (осідання основи) забезпечується поздовжніми “дисками” - покрівельними, в'язевими і підкровоквяними фермами, ліхтарними надбудовами, підкраново-гальмівними елементами та ін.

Рис. 8. Варіант № 2
розрахункової моделі

Зазначені пружні зв'язки представлені на розрахунковій моделі шарнірно-стержневими елементами одиначної довжини, що дає можливість обійтися без складання матриці піддатливостей, а використовувати для розрахунків готове програмне забезпечення.

Характеристики жорсткості пружних зв'язків визначаються з умови спільності деформацій цих зв'язків і поздовжніх “дисків” каркаса в точках кріплення останніх до конструкції, яка моделюється, від одиначної сили \bar{P} .

Якщо відома жорсткість поздовжнього диска на зсув, то осьову жорсткість пружного зв'язку можна одержати безпосередньо з умови:

$$D_{зв.}^0 = D_{\delta}^{зсв}. \quad (4)$$

Допускаючи, що зсув відбувається тільки в площині поперечної рами на границі виділеного для розрахунку блоку, що він однаковий на всій ширині диска, і що для даного випадку справедливий закон Гука при зсуві, одержимо:

$$(EA)_{зв.} = \frac{G A_{\delta} \bar{V}_{зв.}}{B}, \quad (5)$$

де B – крок поперечних рам каркаса.

Для типових конструкцій горизонтально розташованих поздовжніх дисків визначені величини осьової жорсткості відповідних пружних зв'язків.

Якщо поздовжній диск можна розглядати як нерозрізну балку, то з розрахункової умови:

$$D_{зв.}^0 = D_{\delta}^{зсв}. \quad (6)$$

одержуємо:

$$(EA)_{зв.} = \frac{\bar{P} \bar{\chi}_{зв.}}{D_0^{зв.}}, \quad (7)$$

де $D_0^{зв.}$ - визначається розрахунком поздовжнього диска як нерозрізної балки на пружних опорах, якими є поперечні рами каркаса.

За таким самим принципом – шарнірно-стержневими елементами одиничної довжини – моделюються зв'язки, що враховують пружну піддатливість опор каркаса. Але характеристики жорсткості таких стержнів визначаються результатами натурних випробувань (розділ 3 дисертації).

Прикладом раціонального використання розрахункової моделі по варіанту № 1 є розрахунок на просадні деформації каркаса Великого високовольного залу (ВВЗ), побудованого на просадній основі (II тип). Незважаючи на влаштування штучної основи (грунтонабивні палі) осідання в процесі експлуатації проявилися і збільшувалися з року в рік.

При виборі варіанта розрахункової моделі і її формуванні були прийняті до уваги:

- величини осідань (від 75 мм до 283 мм на 24^й рік спостереження) і характер їхнього розподілу (нерівномірні як у поздовжньому, так і в поперечному напрямках - рис. 9);
- конструктивні особливості каркаса: унікально великі проліт, висота, крок поперечних рам і розміри основних елементів; застосування в поздовжньому напрямку будівлі жорстких нерозрізних конструкцій (рис. 2).

Розрахункова модель (рис. 7) являє собою просторову систему, що повторює, в основному, повну конструктивну схему каркаса – 7 поперечних рам, з'єднані нерозрізними поздовжніми “дисками”, а саме: покрівельний диск (сталеві тонкостінні плити); в'язеві ферми по нижніх поясах ферм; гальмовий диск; нерозрізні підкранові балки; диски перекриттів (монолітні залізобетонні плити по сталевих балках), виконані між вітками колон (рис. 2).

Розрахунком визначені додаткові зусилля від просадного впливу в елементах статично невизначеної просторової системи каркаса.

Поперечні рами каркаса виявилися не дуже чутливими до осідань основи під фундаментами опор (оскільки верхні вузли рам виконані обмежено піддатливими при поворотах).

З врахуванням усіх розрахункових навантажень на каркас ВВЗ та просадних впливів найбільш навантаженою є поперечна рама по осі “5”. Несуча спроможність її елементів на даний час є забезпеченою.

Рис. 9. План ВВЗ з ізолініями осідань

Розрахування нерозрізних підкранових балок виконано на фактично зменшені (з урахуванням рихтовки) просадні впливи. Показано, що розрахункова схема, яка отримана шляхом розглядання

балки окремо від каркаса, призводить до неточного розподілення зусиль при осіданнях основи під фундаментами колон.

У чисельному експерименті був реалізований прийом спрощення базової розрахункової моделі виділенням з повної схеми каркаса просторового блоку в зоні максимальних осідань (три поперечні рами в осях “1-5” (рис. 8), об'єднані поздовжніми елементами каркаса), доповненого пружними зв'язками № 1чб.

Результати розрахунку на такій моделі дають суттєву похибку у порівнянні з базовою (варіант № 1). Це можливо пояснити неврахуванням впливу осідань основи під елементами каркаса, які не були включені у спрощену розрахункову модель в явному вигляді.

Використання варіанта № 2 розрахункової моделі може бути раціональним при локалізації осідань на якійсь ділянці площі цеху.

Прикладом раціонального використання плоскої розрахункової моделі (варіант № 3) є аналіз експлуатаційної придатності каркаса будівлі машинного залу ДП “Запоріжтрансформатор” (рис. 4), побудованого на основі з ґрунтовими умовами II типу за просадочністю.

Відповідно до проекту виконана спеціальна підготовка основи - замочування ґрунту в котловані та ущільнення його важкими трамбівками. Однак осідання основи під фундаментами колон каркаса були виявлені вже через два роки після введення об'єкта в експлуатацію і регулярно контролювалися протягом наступних років.

Основна причина просадних деформацій – підйом рівня ґрунтових вод. Аналіз даних геодезичних спостережень за розвитком просадних деформацій показав, що осідання по площі цеху розподілилися досить рівномірно, за винятком колони “Г-14”, величина і швидкість розвитку осідання основи під якою істотно перевищує просадні деформації основи під іншими колонами каркаса (рис. 10) через локальне неконтрольоване замочування. Визначений також кут повороту фундаменту цієї колони ($\angle = 0,53^\circ$).

а)

б)

Рис. 10. Історія розвитку осідань
основи під фундаментами колон
поперечної рами каркаса по осі “14”:
а) деформована схема поперечної
рами; б) графіки розвитку осідань

Такий локальний просадний вплив змушує приділити в подальшому дослідженні основну увагу поперечній рамі по осі “14” і використовувати розрахункову модель по варіанту № 3 (рис. 11).

У порівнянні з розрахунковою моделлю поперечної рами каркаса, прийнятою при проектуванні даного об'єкта (рис. 11а), внесені наступні необхідні уточнення:

- враховується пружна піддатливість опорних перетинів колон заміною жорсткого затискання на пружне, моделювання яких (рис. 11б) і визначення відповідних характеристик пружної піддатливості засновані на результатах натурних випробувань на даному об'єкті (розділ 3 дисертації);
- враховується, введенням відповідних пружних зв'язків (рис. 11в), ефект просторової роботи даної поперечної рами в системі каркаса; зазначений ефект забезпечується жорстким покрівельним диском зі збірних залізобетонних ребристих плит 1,5■6,0 м.

Для оцінки значимості зроблених уточнень проведений чисельний експеримент із визначенням зусиль і переміщень в елементах поперечної рами по осі “14” послідовно - на трьох розрахункових моделях: вихідній (рис. 11а), системі з пружними затисканнями в опорних перетинах (рис. 11б) і на остаточно сформованій (рис. 11в).

а) б)

в) Рис. 11. Розрахункові моделі поперечної рами
по осі “14”: а) вихідна; б) із пружними опорами;
в) остаточно сформована

Розрахунки виконані на вплив просадних деформацій: осідання колони “Г-14” на $S_{14}=130$ мм і кут повороту опорного перетину цієї колони на $\angle_{14}=0,53^\circ$ (рис. 10).

Аналіз результатів зазначених розрахунків (табл. 1) дає можливість відзначити наступне. У порівнянні з вихідною схематизацією, що була прийнята при проектуванні даного цеху, уточнення обставин дійсної роботи конструкцій і відповідне коригування розрахункової моделі призводять до такої зміни зусиль і переміщень від локальних просадних впливів, яку не можна не враховувати.

Врахування пружності опорних закріплень колон даної поперечної рами показує фактичне зменшення згинальних моментів у порівнянні з жорстким затисканням (у середньому на 27,9 %).

Зусилля і переміщення від осідання і повороту колони “Г-14”

Розрахункова модель (рис. 11)	Згинальні моменти в опорних перетинах колон, кНм			Горизонтальні переміщення вузлів (див. рис. 11а), см				
	Г-14	Д-14	Е-14	5	9	14	13	12
Вихідна	694,47	-364,39	-330,09	-4,33	-4,34	-4,35	-5,01	-4,88
З пружними опорами	501,42	-276,37	-225,05	-3,68	-3,69	-3,70	-4,03	-3,89
Остаточна сформована	690,13	-1,40	-0,94	-0,015	-0,019	-0,03	-1,82	-2,04

Пружні зв'язки, що моделюють ефект просторової роботи даної рами в системі каркаса (через жорсткий покрівельний диск) при локальному просадному впливі на її колону “Г-14”, істотно обмежують вплив цієї дії (згинаючі зусилля і горизонтальні переміщення) на інші елементи рами. Але таке збільшення жорсткості закріплення колони “Г-14” у рівні ригеля пружними зв'язками призводить, як і очікувалося, до збільшення згинаючих зусиль у її опорному перетині.

Для перевірки несучої здатності колони “Г-14” виконане визначення зусиль у її небезпечних перерізах від усіх розрахункових навантажень: від локальних впливів – просадні деформації і кранові навантаження – на остаточно сформованій розрахунковій моделі; від всіх інших постійних і тимчасових навантажень – на розрахунковій моделі з пружними опорами.

Розрахунки показали, що несуча здатність колони “Г-14” є поки забезпеченою (завдяки зменшенню величин згинальних моментів в опорних перетинах від усіх навантажень через врахування фактичної пружної піддатливості опорних зв'язків).

Відзначимо, що результати такого розрахунку на вихідній розрахунковій моделі показують настання граничного стану по несучій здатності.

Цілком імовірно, що з розвитком просадних деформацій несуча здатність колони “Г-14” буде вичерпана. Це може трапитися при збільшенні кута повороту опорного перетину колони. Розрахунки підтверджують, що для даної конструкції поперечної рами (верхні вузли є піддатливими при повороті) вертикальні переміщення фундаментів мало впливають на збільшення згинаючих зусиль, а поворот у цьому відношенні є небезпечним.

Гранична величина кута повороту колони “Г-14”, відповідно до розрахунку, дорівнює: $\varphi_{гр.} = 0,73^\circ$. Для визначення терміну утворення такого кута повороту немає статистичних даних. Тому рекомендовано проводити регулярні спостереження за збільшенням цієї просадної деформації.

Величина відносного граничного осідання за деформаційним критерієм експлуатаційної придатності (неприпустиме перевищення різниці відміток голівок рейок по рядах “Г” і “Д”, вісь “14”) дорівнює $\leq S_{14}=170$ мм.

Регулярні виміри осідань на даному об'єкті дають необхідний статистичний матеріал для прогнозування часу утворення зазначеного граничного осідання.

У п'ятому розділі викладена методика прогнозування розвитку просадних деформацій і визначення термінів утворення осідань, граничних за критеріями експлуатаційної придатності (КЕП).

КЕП, що виражаються у відносних або абсолютних величинах нерівномірних осідань і визначаються граничними станами конструкцій і технологічними умовами. КЕП по несучій здатності і по деформаціях визначаються такою „картиною” і величинами нерівномірних осідань, що призведуть до додаткових зусиль і переміщень, неприпустимих за умовами міцності, жорсткості і стійкості елементів каркаса (при накладенні цих зусиль (переміщень) на напружено-деформований стан від інших характерних навантажень). КЕП по технологічних умовах визначається такими величинами нерівномірних осідань, що призводять: до пошкоджень технологічного устаткування та інженерних мереж; неприпустимому зменшенню габариту між мостовими кранами і несучими конструкціями каркаса при виконанні рихтування підкранових балок; неприпустимим ухилом підкранових колій у поздовжньому і поперечному напрямках цеху та ін.

Вихідними даними для прогнозування просадних деформацій основи є результати геодезичних вимірів просадних деформацій основи, що можуть бути представлені масивом $\{t_i, S_i\}$, де t_i - момент часу, при якому визначалася величина переміщення S_i опорної точки каркаса будівлі від осідання основи. Задачу зведено до апроксимації дискретної залежності $S_i(t_i)$ безперервною функцією $S(t)$ з екстраполяцією її для прогнозу розвитку осідань основи (рис. 12).

Рис. 12. Алгоритм прогнозування просадних деформацій

Ця задача вирішується при наступних припущеннях:

- розглядається процес розвитку осідань, що довгостроково протікає (наприклад, при повільному підйомі рівня ґрунтових вод або при повільному і рівномірному росту деформацій після аварійного замочування);
- графік функції $S(t)$, що апроксимує дискретно задану функцію $S_i(t_i)$, не обов'язково проходить через точки t_i, S_i .

Приклад прогнозування розвитку нерівномірних осідань, граничних по КЕП, виконаний для каркаса будівлі машинного залу на ДП “Запоріжтрансформатор”.

Граничне відносне осідання за критерієм експлуатаційної придатності, зв'язаним із забезпеченням нормальних умов роботи мостових кранів у прольоті “Г-Д”, дорівнює $\square S_{14}=170$ мм. Тепер, після 13 років спостережень $\square S_{14}=130$ мм (рис. 10).

Для опису процесу розвитку осідань основи під фундаментами колон каркаса “Г-14” і “Д-14” використовуємо функції різного виду: лінійну, логарифмічну, ступінну, експонентну, поліноміальну n-го ступеню. Відповідно до викладеної вище методики, для прогнозування переміщень цих колон каркаса обрані логарифмічні залежності (рис. 13).

Рис. 13. Екстраполяція розвитку

осідань основи під

фундаментами колон каркаса

“Г-14” і “Д-14” із застосуванням

логарифмічних залежностей

Утворення граничного відносного осідання колон у прольоті “Г-Д” (показано вертикальною пунктирною лінією на рис. 13) прогнозується через 44 місяці після останнього виміру. При наближенні цього терміну потрібний більш частий геодезичний контроль і планування рихтувальних робіт з підйому колії на колоні “Г-14”, якщо прогноз розвитку осідань буде підтверджуватися.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У результаті досліджень, поданих у даній дисертаційній роботі, вирішено актуальні задачі важливої науково-технічної проблеми забезпечення експлуатаційної придатності каркасних будівель в умовах нерівномірних осідань основи.

1. Розроблено принципи формування раціональних варіантів розрахункових моделей конструкцій каркаса виробничих будівель для розрахункової оцінки їхнього технічного стану в умовах нерівномірних просадних деформацій основи.

Чисельними експериментами встановлено, що в загальному випадку нерівномірних осідань на всій або значній частині площі будівлі розрахункова модель формується у вигляді просторової системи, що повторює повну схему каркаса або виділеної з неї підсистеми в зоні найбільших просадних деформацій.

2. Для визначення пружних властивостей основи і уточнення розрахункових моделей у відношенні врахування пружної піддатливості опорних зв'язків каркаса досліджене та отримане рішення зазначеної задачі на основі результатів натурних випробувань. Методика таких випробувань розроблена та реалізована. Теоретично обґрунтоване забезпечення вірогідності отриманих даних.

3. Розроблено і реалізовано методику прогнозування розвитку осідань і термінів утворення гранично припустимих осідань за критеріями експлуатаційної придатності. Вихідними даними для такого прогнозу є результати регулярного геодезичного контролю просадних деформацій.

4. Уперше розроблена інформаційно-експертна система “Каркас” для технічного утримання будівель підвищеного рівня відповідальності в особливих умовах експлуатації. Її основні відмінності від відомих автоматизованих систем полягають у тому, що база даних про конструкції будівлі в інформаційній підсистемі формується на основі ієрархічної структури, а в експертній частині міститься отримане в результаті даного дослідження (пп. 1, 2 і 3) розрахункове забезпечення для оцінки експлуатаційної придатності цих конструкцій в умовах просадних деформацій основи і прогнозу їхнього небезпечного стану при збільшенні осідань.

Результати дисертаційної роботи впроваджені на об'єктах ДП “Запоріжтрансформатор”. Інформаційно-експертну систему “Каркас” передано Всеукраїнському інституту трансформаторобудування для вирішення задач технічного утримання унікальної промислової будівлі - Великого високовольтного залу - і забезпечення експлуатаційної придатності конструкцій цієї будівлі в умовах нерівномірних осідань основи.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

1. Ермак Е.М., Исмагилов А.О. Измерение упругих деформаций вертикальных элементов каркасов зданий // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. - 2005. - №2. - С. 50-53.
2. Исмагилов А.О. Формирование информационно-экспертной системы для контроля и оценки технического состояния зданий и сооружений // Науковий вісник будівництва. - вип. 36. Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ- 2006. - С. 45-55.
3. Исмагилов А.О. Прогнозирование предельных перемещений конструкций одноэтажных промышленных зданий при развитии неравномерных просадок основания // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып. 72. - К., Техніка, 2006. - С. 97-102.
4. Исмагилов А.О. Расчетная модель для оценки эксплуатационной пригодности конструкций промышленных зданий в условиях неравномерных просадок основания // 36. наук. пр. ПНТУ: Галузеве машинобудування, будівництво. Вип. 18. – Полтава: ПНТУ. - 2006. - С. 129-134.
5. Ермак Е.М., Исмагилов А.О. Информационно-экспертная система для технической эксплуатации зданий с металлическим каркасом // Сборник докладов VIII Украинской научно-технической конференции “Металлические конструкции: взгляд в прошлое и будущее”. - Ч.2. – К.: Сталь. - 2004. - С. 351-354.
6. Ермак Е.М., Исмагилов А.О. Уточнение расчетных предпосылок для оценки надежности сооружений, построенных на просадочных грунтах // Программа и тезисы докладов

международной конференции “Надежность и безопасность зданий, сооружений в условиях особых воздействий”. - Санкт-Петербург: ПГУПС. - 2001. - С. 46.

АНОТАЦІЯ

Исмагилов А.О. Вдосконалення оцінки експлуатаційної придатності конструкцій промислових будівель в умовах нерівномірних осідань основи. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди. – Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Полтава, 2007.

Дисертація присвячена проблемі надійної технічної експлуатації одноповерхових промислових будівель в умовах нерівномірного осідання основи.

Для об'єктів з підвищеним рівнем відповідальності пропонується створення та використання інформаційно-експертних систем (ІЕС), які повинні містити всі вихідні дані про конструкції будівлі та ґрунти основи, дані, що поповнюються (величини осідання, пошкодження елементів та вузлів та ін.), та програмне забезпечення і розрахункові моделі для експертного аналізу експлуатаційної придатності конструкцій. Обґрунтовані пропозиції для формування розрахункових моделей, які є адекватними роботі каркасів будівель при нерівномірних осіданнях, та моделювання опорних вузлів колон каркаса пружними зв'язками, піддатливість яких визначається результатами натурних випробувань. Методику таких експериментів розроблено та реалізовано.

Вирішено та здійснено в експертному блоці ІЕС задачу прогнозування подальшого розвитку осідань, та визначення деформацій основи, які є граничними за критеріями експлуатаційної придатності конструкцій будівлі.

Ключові слова: промислові будівлі, каркас, технічна експлуатація, нерівномірні осідання основи, експлуатаційна придатність конструкцій, розрахункові моделі, пружні зв'язки, натурні випробування, інформаційно-експертна система.

АННОТАЦИЯ

Исмагилов А.О. Совершенствование оценки эксплуатационной пригодности конструкций промышленных зданий в условиях неравномерных просадок основания. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения. – Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка, Полтава, 2007.

Диссертация посвящена проблеме обеспечения эксплуатационной пригодности конструкций одноэтажных промышленных зданий в условиях неравномерных просадок основания.

В первом разделе выполнен анализ состояния проблемы и известных исследований, относящихся к этому научному направлению. Определены задачи данной диссертационной работы.

Второй раздел посвящен описанию структурного построения автоматизированной информационно-экспертной системы (ИЭС “Каркас”), предназначенной для повышения качества технического содержания промышленных зданий и совершенствования расчетной оценки эксплуатационной пригодности конструкций этих зданий в условиях неравномерных просадок основания. В соответствии с указанным назначением ИЭС “Каркас” состоит из двух основных частей: информационно-справочной и экспертной, которые реализованы как подсистемы и структурно связаны между собой. Данная система разработана конкретно для решения задач обеспечения безотказной эксплуатации уникального высотного и большепролетного промышленного здания - Большого высоковольтного зала (Всеукраинский институт трансформаторостроения, г. Запорожье).

В третьем разделе исследован вопрос об учете упругой податливости опорных связей колонн каркаса при их совместной работе с фундаментами и основанием. Предложена экспериментально-теоретическая методика такого исследования. По результатам испытаний на натуре определены характеристики упругих заделок колонн и обоснована схематизация таких закреплений на расчетных моделях.

В четвертом разделе рассмотрены вопросы формирования расчетных моделей для определения достоверных величин усилий и напряжений в элементах каркаса от просадочных деформаций. Задача выбора варианта расчетной модели, рационального по точности расчетов, решается на основе результатов численных экспериментов с учетом “картины” просадок и особенностей конструктивной схемы каркаса. В необходимых случаях расчетные модели дополняются упругими связями, интегрально учитывающими влияние элементов каркаса не включенных в расчетную схематизацию в явном виде.

В пятом разделе приведено решение задачи прогнозирования развития просадочных деформаций (на основе данных регулярного геодезического контроля) и определения сроков образования просадок, предельных по критериям эксплуатационной пригодности (когда требуются меры по усилению конструкций и основания, по рихтовке, подъемке, ремонту инженерного оборудования и т.д.).

Ключевые слова: промышленные здания, каркас, техническая эксплуатация, неравномерные просадки основания, эксплуатационная пригодность конструкций, расчетные модели, упругие связи, натурные испытания, информационно-экспертная система.

ABSTRACT

Ismagilov A.O. Perfection of an evaluation of operational suitability of industrial buildings constructions under the conditions of nonuniform foundation subsidence. - Manuscript.

The dissertation to obtain the scientific degree of the Candidate of Technical Sciences according to the speciality 05.23.01 - building structures, buildings and constructions. – Poltava National Technical University named after Yuri Kondratyuk, Poltava, 2007.

The dissertation is dedicated to the problem of reliable technical maintenance of one-storeyed industrial buildings under the conditions of nonuniform foundation subsidence.

To solve the given problem (concerning the objects of increased level of responsibility) suggest to create and to use information-expert systems (IES), which have to contain all the raw data about the building structures and foundation soils, replenished data (subsidence magnitude, elements and components damages and so on) and software and design models for expert analyses of structures serviceability. The offers as to the formation of design models which are adequate to building frames work under nonuniform subsidence and frame columns holding bridges modeling by elastic ties, the flexibility of which are determined by actual tests have been grounded. The principles of such experiments have been developed and approved.

The task of subsidence development terms forecasting, being extreme in terms of building structure serviceability criteria, have been solved and is being realized in an expert block of IES.

Key words: industrial buildings, the frame, technical maintenance, nonuniform foundation subsidence, operational suitability constructions, design models, flexible ties, actual tests, information-expert system.

Підписано до друку 8.05.2007. Формат 60x90/16.

Папір офсетний. Друк лазерний.

Умов. друк. арк. 0,9. Тираж 100 прим. Замовлення №33.

Надруковано у друкарні ТОВ „Сучасний Друк”

на цифровому лазерному видавничому комплексі Rank Xerox DocuTech 135/

Адреса: м. Харків, вул. Лермонтовська, 27. Телефон: (057) 752-47-90.