

УДК 624.159+624.138

*Самченко Р.В., к.т.н., доцент**Юхименко А.І., асистент, ЗДІА, м. Запоріжжя*

## ПРО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕФОРМОВАНИХ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

### АНОТАЦІЯ

Ефективність відновлення деформованих будівельних об'єктів розглянуто на прикладі усунення кренів нахилених споруд. Відновлення експлуатаційної придатності включає два етапи. Перший — усунення кренів шляхом горизонтального буріння свердловини змінних параметрів під фундаментами. Другий - виконати підсилення основ фундаментів шляхом укріплення перфорованого шару ґрунтів горизонтальним армуванням за бурозмішувальною технологією відразу ж після вирівнювання нахиленої будівлі. Таке укріплення виконується з котловану, де відбувалося буріння горизонтальних свердловин і за допомогою тих самих станків горизонтального буріння.

Ключові слова: відновлення деформованих будівель, вирівнювання нахилених будівель, горизонтальні свердловини, змінні параметри, деформації, армування ґрунтів.

**Вступ.** У зв'язку із економічною кризою будівництво в Україні звелось в основному до реконструкції об'єктів, а капітальне будівництво, особливо житлове, в більшості регіонів знаходиться на мінімальному рівні, що обумовлюється економічною кризою, тобто браком коштів. У зв'язку з цим питання утримання будівельного фонду, особливо житлового, на належному рівні є надзвичайно важливим, яке має вирішуватись на державному рівні.

Вирішення даної проблеми ускладнюється тим, що велика кількість будівельних об'єктів піддана значним деформаціям різних видів. Цьому сприяють як техногенні чинники, так і природні явища. До природних явищ відносять зсуви ґрунтів, землетруси, паводки, карстові процеси, просідання ґрунту та ін. Техногенні чинники полягають у різних проявах — пожежі, промислові викиди, аварії на електромережах, аварії на тепло -, водотрасах, витікання із комунальних мереж та ін.

**Постановка проблеми.** Як природні, так і техногенні чинники можуть призводити до суттєвих дефор-

мацій із важкими наслідками. Тому даній проблемі приділяється достатньо уваги. Розроблені різні заходи по відновленню експлуатаційної спроможності деформованих об'єктів. Але є такі види деформацій, які достатньо поширені, а ефективні можливості для їх усунення обмежені. До таких деформацій відносяться крени, які виникають при нерівномірних осіданнях фундаментів через нерівномірні деформації основ, внаслідок неякісної підготовки цих основ або погіршення характеристик ґрунтів, наприклад, через замочування. Тому при вирішенні даної проблеми виникають два основні питання: пошук ефективних технологій вирівнювання нахилених об'єктів та підсилення основ фундаментів після усунення деформацій.

**Аналіз джерел досліджень і публікацій.** Для вирішення першого питання — усунення кренів будівель, споруд існують різні методи, які базуються на різних підходах. В роботі [1] наведена інформація про геотехнічні методи вирівнювання будівель на підроблюваних територіях. Існують різні технології вирівнювання будівель методом регульованого замочування просідаючих ґрунтів [2;3], які базуються на принципі опускання менш осілої частини фундаментів за рахунок нерівномірного замочування лесових ґрунтів. Навпаки, ідеологія вирівнювання будівель їх підняттям закладена в методі піддомкращування [4].

Як зазначалося вище, після усунення деформованого стану будівельного об'єкту слідує підсилити основу фундаментів укріпленням ґрунтів. Найбільш раціональним укріпленням ґрунтів під фундаментами існуючих будівель, на наш погляд, є горизонтальне армування.

Одним із способів укріплення ґрунтів є силікатизація [5], але вона не досить адаптована до горизонтального армування. Укріплення ґрунтів армуванням в горизонтальному напрямку може виконуватись із застосуванням пневмопробійників, а також задавлюванням жорстких конструкцій в ґрунт основи під фундаменти [6, 7]. Жодна із наведених технологій не може бути ефективною для підсилення основ після усунення нахилу будівель.

**Визначення мети та завдання.** Метою роботи є розроблення раціонального способу відновлення деформованого стану будівель, споруд та забезпечення подальшої їх надійної експлуатації. Завданнями є розробка ефективних технологій вирівнювання нахилених будівельних об'єктів та укріплення їх основ після усунення деформацій.

**Виклад основного матеріалу.** Спосіб відновлення експлуатаційної спроможності деформованих будівель, споруд включає два етапи. На першому етапі ліквідують деформований стан, наприклад вирівнюють нахилену будівлю, на другому — укріплюють основу після усунення нахилу.

Спосіб вирівнювання будівель, споруд має бути безпечним, надійним та ефективним. Одним із найбільш розроблених, перевірених та впроваджених є спосіб вирівнювання горизонтальним вибуванням ґрунтів із-під фундаментів.

Розроблений нами сумісно із спеціалістами НДІБК (к.т.н. Болотов Ю.К., Степура І.В., Шокарев В.С., Трегуб А.С., інж. Павлов А.В.) спосіб вирівнювання будівель, споруд бурінням під фундаментами горизонтальних свердловин змінних параметрів (деклараційний патент України № 65455) [8] відповідає всім критеріям, зазначеним вище.

Безпечність даного методу обумовлена відсутністю зосереджених зусиль (на відміну від способу піддомкращування) в процесі вирівнювання будівель. Об'єктом впливу при нерівномірних осіданнях фундаментів є обмежений шар ґрунту основи, в якому відбуваються керовані процеси перфорації бурінням горизонтальних свердловин та регулювання плавних, поступових осідань будівлі за рахунок прогнозованого стиснення цього шару.

Надійність запропонованого методу обумовлюється розробленими ефективними методиками визначення технологічних параметрів вирівнювання та регулювання просторового положення об'єктів в процесі усунення кренів, достовірність яких підтверджена успішним вирівнюванням більш ніж 60 будівельних об'єктів, у т.ч. 9 висотних споруд, без зупинки діяльності об'єктів та без відселення мешканців.

Ефективність методу полягає в технологічності, простоті виконання всіх етапів вирівнювання. Метод в рівній мірі застосовується для вирівнювання будівель, споруд різної форми — круглої, призматичної. При цьому, розроблений метод застосовується для вирівнювання нахилених будівель в різних напрямках — поздовжніх, поперечних, складних, у т.ч. по діагоналі.

Для вирівнювання нахилених об'єктів розроблені на рівні винаходу та виготовлені малогабаритні станки горизонтального буріння ґрунтів (патент України № 42283) [9].

Підсилення основи фундаментів після вирівнювання виконують шляхом зміцнення ґрунтів

перфорованого шару. Як указувалось вище, найбільш раціональним способом підсилення основ існуючих будівель є горизонтальне армування ґрунтів. При цьому більш ефективним методом армування є бурозмішувальний спосіб, який полягає в тому, що спеціальним пристроєм — бурозмішувачем руйнують ґрунт і одночасно в зону зруйнованого ґрунту під тиском до 0,7 МПа подають цементну суспензію. Просочений цементною суспензією зруйнований ґрунт ретельно перемішується бурозмішувачем, твердіє в часі і перетворюється в круглий армуючий ґрунтоцементний елемент (ГЦЕ).

Нами розроблена технологія горизонтального армування з частковим виїманням ґрунтів (патент України № 95511) [10], яка полягає в тому, що із котлована в горизонтальному напрямку бурять лідерну свердловину шнеком, напочатку якого прикріплена бурова коронка — розбурювач із закритими ножами і пружиною в сжатому стані. При досягненні проектної відмітки шнекової колоні задають зворотні обертання, при яких спрацьовує стопорний пристрій, який звільняє пружину від сжатого стану, пружина, розправляючись, виштовхує розсувні ножі із пазів розбурювача, які вриваються в ґрунт стінок лідерної свердловини. При зворотних обертаннях та лінійному переміщенні розбурювача відкриті ножі руйнують ґрунт поза межами діаметра лідерної свердловини, в зруйновану зону ґрунту під тиском подають цементну суспензію, яка просочує зруйнований ґрунт. Просочена цементною суспензією ґрунтоцементна суміш ретельно перемішується розкритими ножами розбурювача. При цьому, процеси руйнування ґрунту поза межами лідерної свердловини, подача цементної суспензії і просочування нею зруйнованого ґрунту, перемішування ґрунтоцементної суміші відбуваються одночасно. Внаслідок твердіння ґрунтоцементної суміші утворюється горизонтальний ґрунтоцементний елемент високої міцності та жорсткості, який не розмокає у воді, а набирає міцності у вологому середовищі.

Технологія підсилення основ горизонтальним армуванням ґрунтів за бурозмішувальним способом із частковим виїманням ґрунтів досить добре вписується в анонсований спосіб другого етапу відновлення деформованого етапу будівель, тобто укріплення перфорованого шару ґрунтів після вирівнювання. Адже буріння горизонтальних лідерних свердловин відбувається на стадії

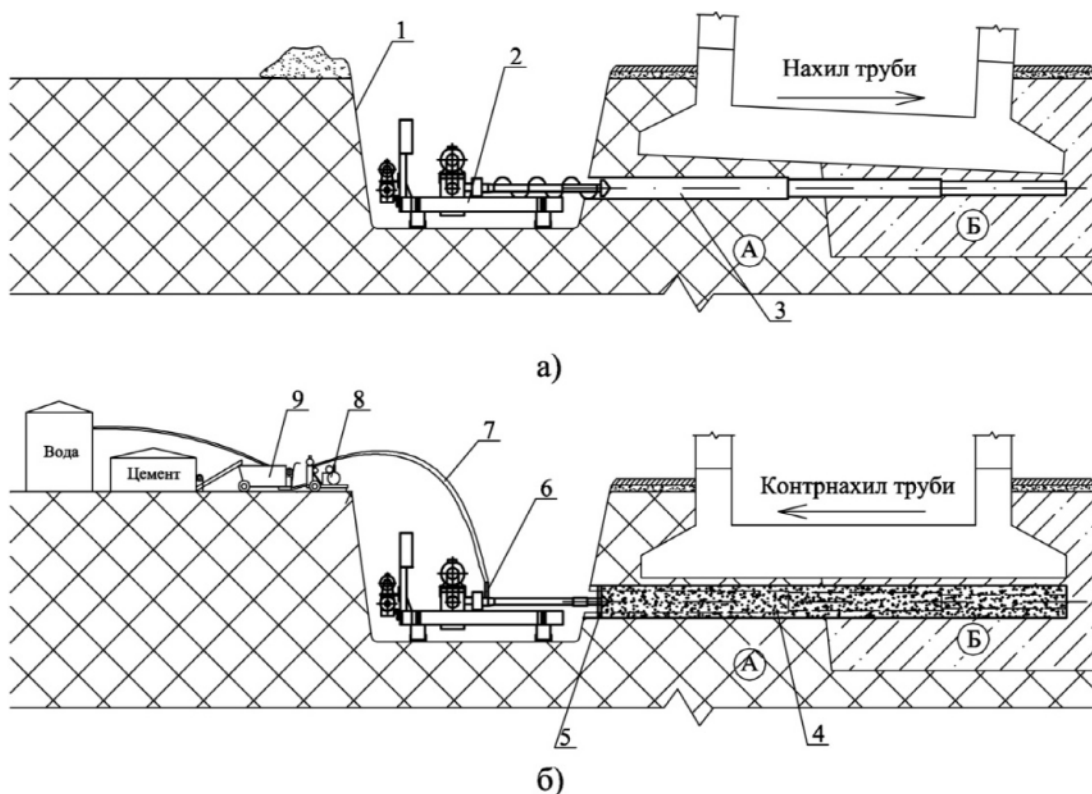
вирівнювання будівлі. У якості прикладу наведемо два об'єкти, де застосовувалась технологія горизонтального армування основ із частковим вийманням ґрунтів.

У м. Львів на території склозаводу димова труба висотою 60м зазнала значно перебільшеного нормативного нахилу, що мала упасти на цех варіння скла. В процесі обстеження встановлено, що під частиною фундаменту труби діаметром 10 м залягав мергелястий ґрунт (рис. 1, зона А) із високим показником міцності та жорсткості, який майже не розмокає у воді, а під другою частиною (рис. 1, зона Б) – насипний ґрунт, яким відсипали з ущільненням при закритті котловану під час будівництва цеху варіння скла. В процесі експлуатації на протязі довгого періоду відбувалося замочування ґрунтів основи із різних джерел, внаслідок якого насипні ґрунти поступово деградували, а властивості мергелястого ґрунту практично не змінювались. Це призвело до різниці в осіданнях фундаменту, внаслідок чого димова труба нахилилася

[11]. Після вирівнювання димової труби виконали укріплення ґрунтів основи.

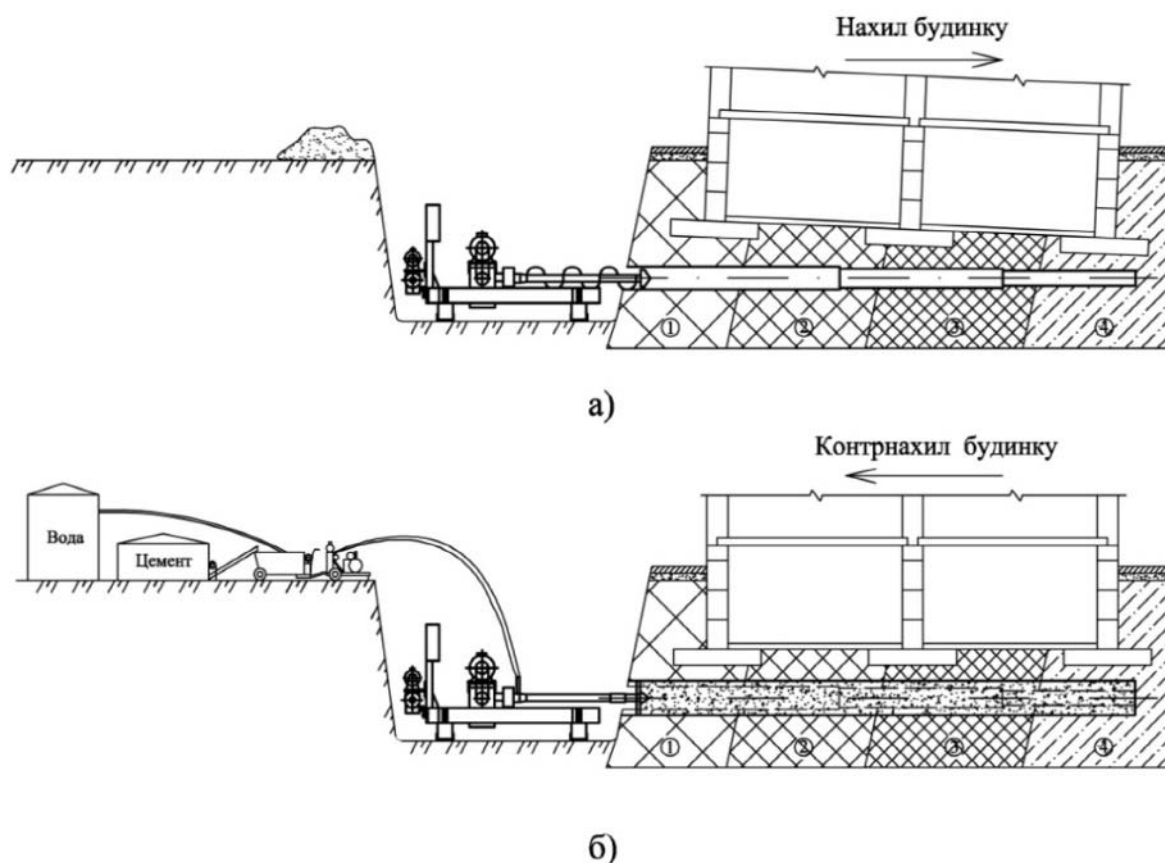
Вирівнювання димової труби і укріплення ґрунтів основи виконувалось наступним чином. Технологічна схема відновлення експлуатаційної спроможності труби показана на рис. 1. Для повернення труби в проектне положення зі сторони, протилежної крену відкопували котлован 1 (див. рис. 1,а) з відміткою дна нижче залягання фундаменту на 0,3м, на дні якого на рейкових напрямних кріпили буровий станок горизонтального буріння 2. Згідно з методикою вирівнювання осадки фундаменту при поверненні димової труби в проектне положення необхідно забезпечити по лінійній закономірності за умови попередження деформацій ствола труби.

Для виконання такої умови свердловини необхідно бурити ступінчастими із розрахунковими діаметрами кожної ступені (див. рис. 1,а). Під дією ваги димової труби свердловини деформуються, переходячи із круглого в еліпсоподібні перерізи,



**Рис. 1.** Технологічна схема відновлення деформованої нахиленої димової труби:

- а) буріння лідерної горизонтальної ступінчастої свердловини при вирівнюванні труби; б) утворення горизонтального армуючого ґрунтоцементного елемента при підсиленні основи; А – мергелястий ґрунт; Б – насипний ґрунт; 1 – котлован; 2 – станок горизонтального буріння; 3 – горизонтальна свердловина; 4 – горизонтальний ґрунтоцементний армоелемент; 5 – розбурювач; 6 – вертлюг; 7 – рукав; 8 – розчинонасос; 9 – розчиномішалка



**Рис. 2.** Технологічна схема відновлення деформованого нахиленого житлового будинку:

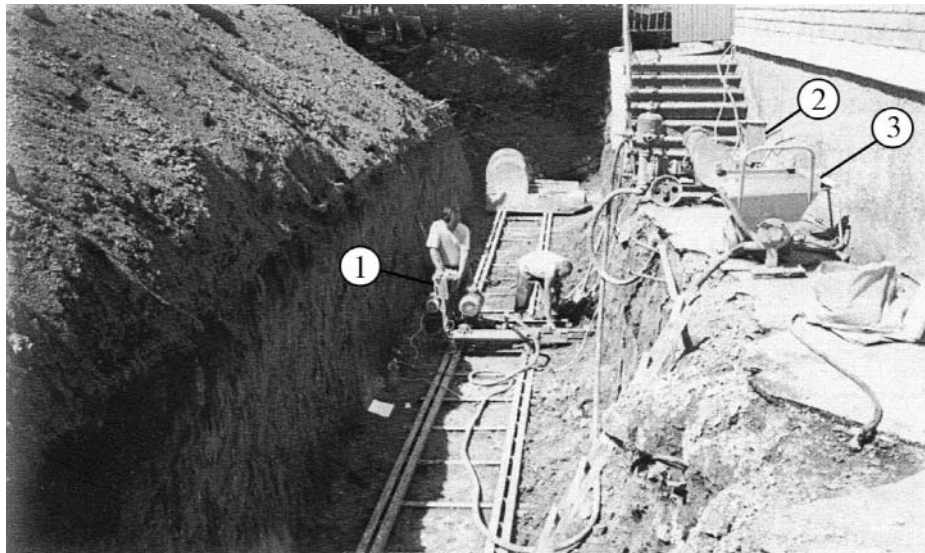
а) буріння лідерної горизонтальної ступінчастої свердловини при вирівнюванні будинку; б) утворення горизонтального армуючого ґрунтоцементного елемента при підсиленні основи; 1...4 - поступовий перехід ґрунтів основи від мергелястого до лесоподібного

ґрунт у зводах свердловин та в їх стінках руйнується, частково заповнюючи порожнини свердловин, за рахунок чого відбуваються змінні осідання фундаменту відповідно до розрахункових параметрів свердловин змінних діаметрів і, як наслідок, труба зазнає контрнахилу в потрібному напрямку на необхідну величину.

Після вирівнювання труби необхідно затампувати можливі залишкові пустоти свердловин і одночасно підсилити основу фундаменту, перфоровану горизонтальними свердловинами особливо в зоні Б слабого ґрунту. Для реалізації цих заходів використовують бурозмішувальну технологію укріплення ґрунтів із частковим вийманням ґрунтів. При цьому, у якості лідерних свердловин слугують свердловини, які пробурені при вирівнюванні труби та перетерпіли деформацію форми порожнини. На технологічній схемі (рис. 1,б) показаний процес утворення ГЦЕ внаслідок руйнування розбурювачем з відкритими ножами ґрунту поза межами діаметра лідерної свердловини, розпушування ґрунту частково заповненої сверд-

ловини при вирівнюванні труби та просочування його цементною суспензією і перемішування ґрунтоцементної суміші лопатями розбурювача. Окрім того, під час цього технологічного процесу ґрунтоцементною суспензією одночасно заповнюються залишкові пустоти свердловини. При цьому, певна частина цементногорозчину витрачається на заповнення пустот, які можливо залишились незаповненими під час руйнування ґрунту під тиском фундаменту при його осіданнях в процесі вирівнювання труби. В процесі тужавіння ґрунтоцементної суміші утворюються ґрунтоцементні армуючі елементи достатньо високих механічних характеристик, за рахунок чого підсилюється основа фундаменту після вирівнювання димової труби.

Іншим прикладом застосування укріплення ґрунтів основи БЗТ із частковим вийманням ґрунту може слугувати відновлення експлуатаційної придатності деформованого житлового будинку у м. Краснодон Луганської обл. у кв. Баракова, який зазнав нахилу. Будинок у 9 поверхів збудований на схилі, де в товщі залягають мергелясті ґрунти,



**Рис. 3.** Підсилення основи фундаментів горизонтальним армуванням ґрунтів після вирівнювання будівлі:  
1 – станок горизонтального буріння; 2 – розчинонасос; 3 – розчиномішалка

які поступово переходять в просадочні лесовидні нашарування (рис. 2). Через недостатній об'єм вишукувальних інженерно-геологічних робіт при розробці проекту основи будинку недостатньо враховані зміни фізико-механічних характеристик і, як наслідок, в процесі експлуатації при аварійних замочуваннях основи фундаменти нерівномірно осіли і будинок нахилився, крен значно перевищив допустимі норми, в конструкціях з'явилися суттєві тріщини. Комісія визнала його аварійним, були виділені кошти і внаслідок виконаних відновлювальних заходів, шляхом вирівнювання нахиленого будинку і закріплення ґрунтів, по аналогії із вище описаними технологіями, будинок відновлений в проектне положення і тим самим забезпечена подальша надійна експлуатація. Від початку проектування і до здачі будинку в експлуатацію автори приймали безпосередню участь. На рис. 3 показаний фрагмент підсилення основи фундаментів після вирівнювання будівлі. Вирівнювання та підсилення основи виконуються в стиснених умовах малогабаритним устаткуванням.

На останок слід відмітити технологічність розглянутого способу відновлення деформованих будівель, споруд у вигляді кренів запропонованими двома етапами заходів. Адже вирівнювання будівель і укріплення ґрунтів виконується із одного і того ж котловану, одним і тим же станком горизонтального буріння і досить добре піддається регулюванню просторового положення.

#### Висновки:

1. Основні заходи при відновленні деформованих будівель, споруд повинні бути комплексними: перш за все необхідно усунути деформований стан, потім виконати зміцнення основи фундаментів укріпленням ґрунтів горизонтальним армуванням.
2. Ефективним, надійним та безпечним способом усунення кренів нахилених будівель, споруд є горизонтальне вибурювання ґрунтів із-під фундаментів.
3. Раціональною технологією зміцнення основ фундаментів після усунення кренів будівель, споруд бурінням горизонтальних свердловин є горизонтальне армування ґрунтів за бурозміщувальною технологією із частковим вийманням ґрунтів.
4. Запропонований спосіб відновлення та забезпечення подальшої надійної експлуатації деформованих будівель, споруд успішно перевірений на практиці.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. *Методические рекомендации по выравниванию зданий и сооружений / Научно-исследовательский институт строительных конструкций; [сост. С.Н. Клепиков и др.] — К., 1987. — 87с.*
2. *Пухальский Г.В. Опыт устранения кренов и ликвидации просадочности в основании 9-этажного крупнопанельного дома / Г.В. Пухальский // Здания и сооружения в сложных инженерно-геологических условиях. — К.: Будівельник, 1982. — С. 111-117.*
3. *Самченко Р.В. О методах выравнивания накренившихся зданий. / А.А. Руденко, Р.В. Самченко*

ко, *И.В. Степура // Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства: материалы III Международной научно-технической интернет-конференции. — Харьков: ХНАГХ, 2012. — С. 277-279.*

4. *Трегуб А.С. Вирівнювання будинків домкратами / А.С. Трегуб, І.Н. Москаліна, В.П. Науменко, В.П. Мілявський // Будівельні конструкції: зб. наук. праць. — К.: НДІБК, 2008. — Вип. 71. — кн. 2 — С.93-102.*

5. *Губкін В.А. Усиление оснований и фундаментов при реконструкции зданий и сооружений / В.А. Губкін, Н.Б. Соловьев, В.Г. Голиков // Будівельні конструкції: зб.наук.праць. — К.: НДІБК, 2008. — Вип. 53. — кн.1. — С.89 — 94.*

6. *Белоногов Л.Б. Применение пневмопробойников для усиления фундаментов / Л.Б. Белоногов, Л.В. Янковский Расчет и проектирование свай и свайных фундаментов. Труды II Всесоюзной конференции "Современные проблемы фундаментостроения в СССР"/ — Пермь: Пермский политехнический институт, 1990. — С.138-145.*

7. *Саурин А.Н. Основания фундаментов — шпальный распределитель / А.Н. Саурин, Ю.А. Багдасаров Труды международного семинара по механике грунтов, фундаментостроению и транспортным сооружениям. — М., 2000. — С.80 — 83.*

8. *Пат. 40931 UA, МПК E02D 35/00 (2009.01). Спосіб вирівнювання будівель, споруд: / І.В. Степура, В.С. Шокарев, А.В. Павлов[та ін.] (UA); заявник і патентовласник Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій (UA). — № и 200814530; заявл. 17.12.08; опубл. 27.04.09, Бюл. № 18. — 6с.*

9. *Пат. 42283UA, МПК E21B 3/00 (2009.01). Установка для проходки в грунтах: / І.В. Степура, В.С. Шокарев, А.В. Павлов[та ін.] (UA); заявник і патентовласник Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій (UA). — № и 200901349; заявл. 18.02.09; опубл. 25.06.09, Бюл. № 12. — 7с.*

10. *Пат. 95511 UA, МПК E02D 3/12 (2006.01). Спосіб укріплення ґрунтів армуванням: / А.І. Юхи-*

*менко, І.Д. Павлов (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). — № и 201407847; заявл. 11.07.14; опубл. 25.12.14, Бюл. № 24. — 3с.*

#### АННОТАЦИЯ

Эффективность восстановления деформированных строительных объектов рассмотрен на примере устранения кренов наклонившихся сооружений. Восстановление эксплуатационной пригодности включает два этапа. Первый — устранение кренов путём горизонтального бурения скважин переменных параметров под фундаментами. Второй — выполнить усиление оснований фундаментов путем укрепления перфорированного слоя грунтов горизонтальным армированием по буросмесительной технологии сразу же после выравнивания наклоненного здания. Такое укрепление выполняется с котлована где происходило бурение горизонтальных скважин и при помощи тех же станков горизонтального бурения.

Ключевые слова: восстановление деформированных зданий, выравнивание наклонённых зданий, горизонтальные скважины, сменные параметры, деформации, армирование грунтов.

#### ANNOTATION

The effectiveness of deformed construction objects recovery considered by the example of the alignment tilted structures. Restoration of serviceability includes two stages: the first is to eliminate the tilts by horizontal drilling of different parameters holes under foundation (base); the second is to perform the intensity of the foundation base through reinforcement of horizontal perforated soil layer by boring mixing method immediately after the alignment of the tilted buildings, structures. Such strengthening is fulfilled in the same trench and with the same machines for horizontal drilling

Keywords: restoring of deformed buildings, alignment of tilted buildings, horizontal holes, different parameters, deformations, soil reinforcement.