

Винахід відноситься до галузі будівництва і може бути використаний при захисті будівель та споруд від нахилень в процесі їх експлуатації.

Відоме рішення способу вирівнювання будівель (споруд) [1], що включає буріння в основі фундаментів будівель (споруд), які одержали крен, декількох паралельних рядів похилих свердловин постійного діаметру по їх довжині та заповнення похилих свердловин водою, при цьому буріння всіх рядів свердловин здійснюють у напрямку зверху вниз, а заповнення рядів свердловин водою виконують у напрямку знизу догори, причому буріння свердловин та їх заповнення водою роблять, починаючи від найбільш осілого кута споруди. Спосіб вирівнювання споруд застосований при усуненні кренів силосних корпусів елеваторів [2].

Цей спосіб ефективний при вирівнюванні споруд спеціального призначення, насамперед ємнісних, які мають можливість бути завантаженими при їх заповненні будь-якою речовиною (водою, паливом, зерном та ін.), мають високу жорсткість, мають в якості фундаменту суцільну залізобетонну плиту, конструктивні елементи яких в процесі експлуатації не зазнали суттєвих деформацій. В решті випадків даний спосіб вирівнювання малоефективний, а в деяких випадках, наприклад, при вирівнюванні будівель із стрічковими фундаментами без відселення людей, неприйнятний із-за низької керованості процесом вирівнювання, що обумовлено такими недоліками:

Недолік похилих свердловин. Суттєві осідання споруд відбуваються при умові достатнього тиску фундаментів на ґрунт їх основи та після замочування ґрунту навколо пробурених свердловин. Оскільки відстань похилих свердловин від фундаменту збільшується по мірі глибини буріння, то щоб викликати деформацію перфорованого шару основи під середньою, а тим більше протилежною крайньою стрічками фундаментів, необхідно збільшувати тиск на ґрунт. Тому для виклику одночасних осідань споруди при вирівнюванні, тобто щоб уникнути зависання окремих частин споруди, при похилих свердловинах виникає необхідність довантажувати фундаменти та заповнення свердловин водою до самого устя, щоб ти самим забезпечити замочування ґрунту навколо верхньої частини свердловин, тобто під частиною фундаментів, що менше осіла, яка підлягає максимальному осіданню. А це призводить до перевантаження перфорованого шару ґрунту під крайньою стрічкою фундаменту зі сторони устя свердловин та значного підвищення вологості ґрунту і, як наслідок, різкого осідання будівель (більше 80 мм за добу) [2], що знижує керованість, а отже ефективність вирівнювання і протипоказане для будівель, які мають низьку жорсткість та будівель з деформованими будівельними конструкціями.

Недолік буріння всіх рядів похилих свердловин у повному обсязі в напрямку зверху вниз та їх замочування в зворотному напрямку. Буріння всього обсягу похилих свердловин з наступним їх заповненням водою не забезпечує можливості здійснення плавних осідань будівлі, що виключає можливість керування процесом вирівнювання, оскільки ослаблення основи декількома рядами похилих свердловин та їх повне обводнення призводить до різких некерованих осідань. Крім того, при бурінні свердловин кожного нижче розташованого ряду відбувається затиснення ґрунтом колони шнеків внаслідок осідань споруди із-за ослаблення вище розташованого шару основи пробуреними в ньому свердловинами верхнього ряду, що збільшує термін буріння, збільшує зношення бурових верстатів та бурової оснастки, а замочування рядів свердловин в зворотному напрямку, тобто знизу вверх - спочатку свердловин нижнього ряду, потім верхнього, приводить до зниження ефективності процесу замочування вище розташованих рядів, оскільки при замочуванні нижнього ряду відбувається порушення герметичності порожнин свердловин верхнього ряду із-за деформування ціликів ґрунту між нижнім та верхнім рядами свердловин. В результаті цього вода із порожнин свердловин верхніх рядів при їх замочуванні витікає через щілини та тріщини в ціліках ґрунту, які створилися внаслідок їх деформацій, і ефективність зволоження ґрунту навколо порожнин верхніх рядів свердловин знижується, що в кінцевому результаті суттєво знижує керованість процесу.

Недолік буріння рядів свердловин та їх замочування, починаючи від найбільш просівшого кута. Найбільш просівше положення кута будинку або споруди при вирівнюванні необхідно приймати за "0" і відносно нього задавати відповідні осідання інших кутів будинку для забезпечення горизонтального положення фундаменту та вертикальності будинку. Тому буріння рядів свердловин від найбільш просівшого кута збільшить крен будинку і ускладнить процес його вирівнювання. Бурінням рядів свердловин з наступним їх замочуванням, починаючи від найбільш просівшого кута, неможливо вирівняти будівлю з поперечним креном без виникнення додаткових значних напружень і деформацій в конструкціях будівлі внаслідок нерівномірних осідань фундаментів, які виникають вздовж фронту буріння. Крім того, вирівнювання будівель з поперечними кренами, що найчастіше трапляється в практиці, шляхом буріння свердловин, починаючи від найбільш просівшого кута, передбачається буріння свердловин вздовж будівлі, довжина якої значно більша ширини, що суттєво ускладнює бурові роботи.

Всі перераховані недоліки відомого способу в цілому знижують керованість процесом вирівнювання будівель, споруд, що унеможливорює вирівнювання будівель та споруд без припинення їх експлуатації та відселення людей, і обмежують область його застосування.

Відомий також спосіб вирівнювання споруд шляхом буріння свердловин в горизонтальному напрямку [3]. Дане технічне рішення, як найбільш близьке по своїй суті до пропонованого способу вирівнювання будівель, споруд, прийняте авторами за прототип. Суть відомого технічного рішення за прототипом полягає в наступному. З боку, протилежного крену споруди, відривають котлован, потім з-під підшови фундаментної плити проводять вибурування ґрунту горизонтальними свердловинами постійного діаметра, після чого в свердловини подають по шлангам воду для замочування ґрунту. Даний спосіб був застосований для вирівнювання димових труб, які являють собою компактні споруди, володіють достатньою жорсткістю і, головне при вирівнюванні, які мають в якості фундаментів суцільну залізобетонну плиту. Однак застосування цього способу для вирівнювання будівель, які мають гнучку схему, наприклад будівель з стрічковими фундаментами, або будівель, які зазнали суттєві деформації при експлуатації із-за нерівномірних осідань, практично неможливо внаслідок низької керованості процесами осідань із-за таких недоліків. Для попередження збільшення деформованого стану будівлі в процесі його вирівнювання епіюра нерівномірних осадок фундаментів, які необхідно задати, повинна мати тип "трикутника", тобто мати лінійну закономірність, згідно з якою осідання крайньої стрічки фундаментів з протилежного боку крена повинні бути в 2 рази більші осідань середньої стрічки або обрізу краю фундаменту до його середини у випадку суцільного плитного фундаменту. Буріння горизонтальних свердловин постійного діаметра не може забезпечити співвідношення осідань крайнього та середнього рядів стрічкових фундаментів, краю і середини плитного фундаменту відповідно 2:1, при якому не виникають додаткові напруження в

конструкція будівель. Крім того, при заливанні пробурених свердловин холодною водою пластичні деформації шару замоченого ґрунту, ослабленого свердловинами, проявляються недостатньо із-за неповного руйнування зв'язків між частинками ґрунту, внаслідок чого фактичні осідання фундаментів завжди менші розрахункової величини, а, отже і ефективність замочування свердловин холодною водою та власне вирівнювання споруди низька. Доказом низької керованості процесу вирівнювання відомим способом є та обставина, що вибурування ґрунту горизонтальними свердловинами постійного діаметра з наступною подачею в них холодної води виявилось недостатнім для вирівнювання, потрібен був додатковий силовий вплив на споруди - привантаження димових труб за допомогою відтяжок, які натягуються лебідкою, що абсолютно неприпустимо при вирівнюванні житлових будинків без відселення мешканців і деформованих будівель. Крім того, процес організації додаткового силового впливу на будівлі або споруди суттєво ускладнюють процес вирівнювання.

В основу винаходу поставлено завдання створення способу підвищеної ефективності вирівнювання будівель, споруд за рахунок збільшення керованості процесу вирівнювання.

Для вирішення поставленого завдання запропоновано спосіб, в якому свердловини бурять поетапно із змінними параметрами, при цьому діаметри свердловин на різних ділянках визначають по формулі

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot S \cdot U}{\pi \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3}},$$

де  $S$  - потрібна осадка будівлі на відповідних ділянках;

$U$  - крок свердловин;

$K_1, K_2, K_3$  - безрозмірні експериментальні коефіцієнти, які враховують відповідно: збільшення діаметра свердловини в результаті радіального биття шнеків при їх бурінні; розмір контактних тисків під підшвою фундаментів і фізико-механічні характеристики шару ґрунту, ослабленого буровими свердловинами; недоуцільнення ґрунту порушеної структури, який заповнює порожнини пробурених свердловин;

причому в усті свердловин улаштовують ґрунтові перемички, а зволоження ґрунту навколо свердловин здійснюють поетапно дозованою подачею в свердловини гарячої води, буріння свердловин здійснюють по черзі у напрямку знизу вгору, при цьому буріння кожного наступного ряду здійснюють після стабілізації осідань будівлі, споруди внаслідок буріння та заповнення водою попереднього ряду, для вирівнювання поперечних кренів будівель, споруд свердловини бурять попереки будівлі змінного перерізу із зменшенням діаметрів по їх довжині, при цьому довжина свердловин не перевищує ширини будівель або споруд, а для вирівнювання будівель, споруд в поздовжньому напрямку свердловини бурять в поперечному напрямку будівлі із зменшенням діаметрів та збільшенням кроків у напрямку по фронту буріння від менш до більш просілої частини будівлі, споруди з постійним діаметром по їх довжині, яка перевищує ширину будівлі; першу свердловину в основі бурять під деформаційним швом фундаментів між суміжними будівлями або їх блок-секціями з боку частини вирівнюваної будівлі, яка менше просіла, або на відстані від торця окремо стоячої будівлі, який менше просів

$$l_{\text{бур}} = l_{\text{буд}}(S - 0,1) \cdot 0,5S_{\text{max}},$$

де  $l_{\text{бур}}$  - відстань до осі першої свердловини від торця фундаменту будівлі або блок-секції, який менше просів;

$l_{\text{буд}}$  - довжина будівлі;

$S_{\text{max}}$  - максимальна величина потрібних осідань.

На фіг.1 показано крен будівлі в поперечному напрямку та схема здійснення способу його вирівнювання, на фіг.2 - фасад будівлі з протилежного боку поперечного крену, тобто з менше осівшого фасаду, з якого ведуть процес буріння, ряди свердловин та їх розбивка на ділянки, черговість і порядок їх буріння та етапи дозованого замочування, на фіг.3 - графік контролю осідань будівлі при бурінні свердловин ряду А та зволоження ґрунту на всіх стадіях дозованого замочування свердловин ряду А. На фіг.4 показаний крен будівлі у поздовжньому напрямку і схема здійснення способу його вирівнювання, на фіг. 5 показана схема поперечного вигляду будівлі і відносне розташування свердловини при ліквідації поздовжнього крену.

Спосіб вирівнювання будівель, споруд в поперечному напрямку здійснюють таким чином. Геодезичними приладами встановлюють величину відхилення  $\Delta$  від вертикалі верхньої точки будівлі, споруди і визначають кут крену  $\alpha$ , потім визначають епюру 1 (див. фіг.1) осідань будівлі, споруди, необхідних для вирівнювання. За приведеною вище формулою визначають діаметри  $d_1, d_2, d_3, d_4$  (див. фіг.1) свердловини на різних ділянках її довжини, попередньо визначаючи за епюрою 1 середні значення потрібних осідань на відповідних ділянках довжини свердловини, загальну довжину якої приймають розрахунком, але не більше ширини будівлі і не менше її половини. Вздовж фасаду будівлі з боку протилежного крену, улаштовують котлован, на дні якого монтують напрямні рейки для переміщення і кріплення верстатів горизонтального буріння. Розрахунковим шляхом визначають кількість рядів, крок свердловин, встановлюють кількість свердловин в кожному ряду. Для забезпечення рівномірного ослаблення шару основи вздовж будівлі свердловини кожного ряду по довжині фасаду розбивають на ділянки (див. фіг.2), на кожній ділянці встановлюють бурові верстати і вибурування ґрунту здійснюють на всіх ділянках одночасно в одному і тому ж напрямку через одну свердловину, наприклад, бурять спочатку непарні свердловини, а потім бурять у зворотному напрямку також одночасно на всіх ділянках парні свердловини, які залишилися. При цьому, з метою забезпечення осідань будівлі за епюрою, близькою до трикутної форми - саме така форма епюри, тобто лінійна закономірність осідань будівлі, або близька до неї, забезпечує її вирівнювання без посилення деформованого стану, необхідності відселення людей та зупинки експлуатації об'єкту вирівнювання, горизонтальні свердловини 2 (див. фіг.1) бурять змінного перерізу із зменшенням діаметра по довжині, що досягається застосуванням шнеків у буровій колоні різних діаметрів, причому співвідношення між діаметрами шнеків  $d_1, d_2, d_3, d_4$  розрахунковим шляхом підбирають такими, щоб осідання крайнього ряду з боку, протилежного крену, було в 2 рази більше осідання середнього ряду стрічкових фундаментів 3 (або середини плиткового фундаменту 4), а з метою забезпечення плавних осідань будівлі і попередження зависання окремих його частин, що може бути досягнуто поступовим і рівномірним зниженням

модуля деформації ґрунту під фундаментами, зволожують ґрунт навколо свердловин по всій їх довжині. В першу чергу бурять свердловини нижнього ряду А (див. фіг.2). По закінченню буріння свердловин нижнього ряду А приступають до дозованого зволоження ґрунту навколо них. Оскільки свердловини горизонтальні, для попередження виливання води в устях свердловин перед замочуванням улаштовують перемички 5 (див. фіг.1) з ґрунту, вийнятого при бурінні свердловин. При цьому, з метою поступового зволоження ґрунту навколо свердловин, необхідного для забезпечення плавних осідань будівлі, замочування здійснюють дозованою подачею води в свердловини шляхом подачі розрахункової кількості води порціями в декілька етапів, де кожний етап представляє собою парні або непарні свердловини, розбиті на ділянки, замочування яких проводять за декілька заходок, при цьому кожний наступний етап 2; 3; 4; 5 (див. фіг.3) замочування починають після умовної стабілізації осідань на попередніх етапах відповідно 1; 2; 3; 4, для чого на всіх стадіях буріння та дозованого замочування будують контрольний графік осідань (див. фіг.3) будівлі у часі за результатами геодезичних вимірювань осідань  $S_1 \dots S_5$ , а з метою одержання максимального осідання будівлі на кожному етапі  $S_A$ ,  $S_B$  вирівнювання за рахунок максимальних пластичних деформацій ґрунту, дозоване замочування здійснюють гарячою водою, що викликає інтенсивне розчинення солей, руйнування зв'язків між частинками ґрунту і тим самим, збільшують пластичні деформації ґрунту. Після вичерпання можливості осідань будівлі на стадії буріння та дозованого замочування свердловин ряду А (див. фіг.2), що супроводжується руйнуванням ціликів та пластичними деформаціями ґрунту навколо свердловин цього ряду, а, отже, закриттям свердловин та затуханням осідань будівлі (див. S, на 5-му етапі замочування), приступають до буріння свердловин ряду Б, осі яких зміщені на півкроку по відношенню до осей свердловин ряду А. Буріння та дозоване замочування свердловин ряду Б виконують в тій же послідовності, що і ряду А.

При вирівнюванні будівель у поздовжньому напрямку аналогічним чином, як і при усуненні поперечного крену відривають котлован з боку фасаду будівлі, який менше просів, на глибину нижче підшви фундамента, на дно якого встановлюються напрямні рейки, по яким переміщуються верстати горизонтального буріння ґрунту, розраховується і будується епюра необхідних, які треба задати, нерівномірних осідань по лінійному закону І (див. фіг.4). За приведеною вище формулою, використовуючи епюру І, визначають діаметри і кроки свердловин на відповідних ділянках та бурять горизонтальні свердловини поперек будівлі, діаметри яких по фронту буріння зменшуються, змінюючись за закономірністю  $d_1 > d_n > d_{n+1}$ , а кроки збільшуються, змінюючись за закономірністю  $t_1 > t_n > t_{n+1}$  вздовж фасаду будівлі. При цьому свердловини по їх довжині мають постійний діаметр, рівний розрахунковому діаметру на відповідних ділянках, а устя та забої свердловин по всій довжині, яка перевищує ширину будівлі або споруди, розташовані за контуром крайніх обрізів зовнішніх фундаментів (див. фіг.5). Всі наступні технологічні операції виконуються аналогічно, як і при вирівнюванні будівель, споруд у поперечному напрямку.

Використання винаходу забезпечують такі переваги у порівнянні з прототипом.

Змінні параметри буріння рядів свердловин - ступінчаті свердловини при вирівнюванні в поперечному напрямку будівель, споруд, та зменшення діаметрів і збільшення кроків у напрямку по фронту буріння від менш до більш просілої частини будівлі, споруди в разі вирівнювання в поздовжньому напрямку забезпечують примусове осідання будівель за епюрою, близькою до трикутної форми - саме така форма епюри, тобто лінійна закономірність осідань будівлі забезпечує можливість вирівнювання деформованих будівель будь-яких конструктивних рішень, в тому числі і гнучких, без посилення деформованого стану, а рекомендована формула дає можливість визначити змінні параметри буріння - діаметри та кроки свердловин в залежності від зміни значень осадок епюри просідань на відповідних ділянках.

Дозоване замочування ґрунту навколо свердловин забезпечує поступове збільшення їх вологості, а отже, викликає плавні осідання будівлі, що дуже важливо при вирівнюванні деформованих будівель і вирівнюванні будівель без відселення мешканців.

Замочування свердловин гарячою водою з температурою більше 60°C у значній мірі збільшує осідання будівель у порівнянні із замочуванням холодною водою за рахунок збільшення пластичних деформацій ґрунтів із-за більш інтенсивного руйнування природних зв'язків між частинками ґрунту та їх агрегатами.

Крім підвищеної керованості процесу вирівнювання ця відмітна ознака - замочування гарячою водою, сприяє зниженню об'єму бурових робіт і тим самим скороченню терміну вирівнювання, через те що сприяє зменшенню кількості рядів свердловин.

Почергове буріння рядів свердловин, починаючи з нижнього з наступним його замочуванням і продовження буріння з наступним замочуванням вище розташованих рядів після стабілізації осідань фундаментів внаслідок буріння і замочування нижніх рядів, суттєво спрощує бурові роботи, оскільки при цьому не відбувається заземлення шнеків, а отже, запропонованим методом продуктивність бурових робіт збільшується і підвищується довговічність бурових верстатів і бурової оснастки, а також забезпечується плавність і поступове збільшення осідань.

Таким чином запропонований спосіб спрощує технологію, підвищує ефективність вирівнювання будівель та споруд, а головне, дає можливість вирівнювати деформовані будівлі будь-якої конструктивної схеми без посилення деформацій та відселення мешканців і зупинення експлуатації.

#### Джерела інформації

1. Авторське свідоцтво СРСР №1401110 Е02Д27/34, 35/00.
2. Г.Ф.Шишко "Усунення кренів силосних корпусів елеваторів способом вибурювання ґрунтів". Будівельні конструкції, вип. 40. - К., Будівельник, 1987, с.35-40.
3. Ю.М.Абелев, М.Ю.Абелев "Основи проектування та будівництва на просадкових макропористих ґрунтах", М., Будвидав, 1979, с.249-250.

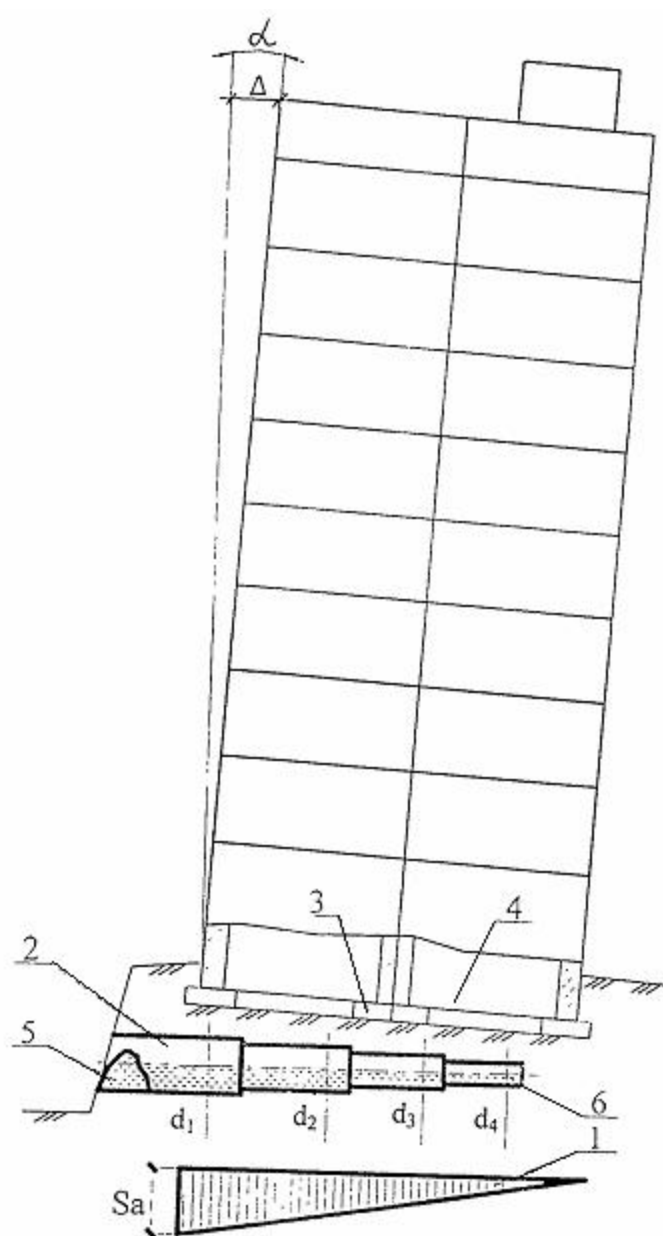
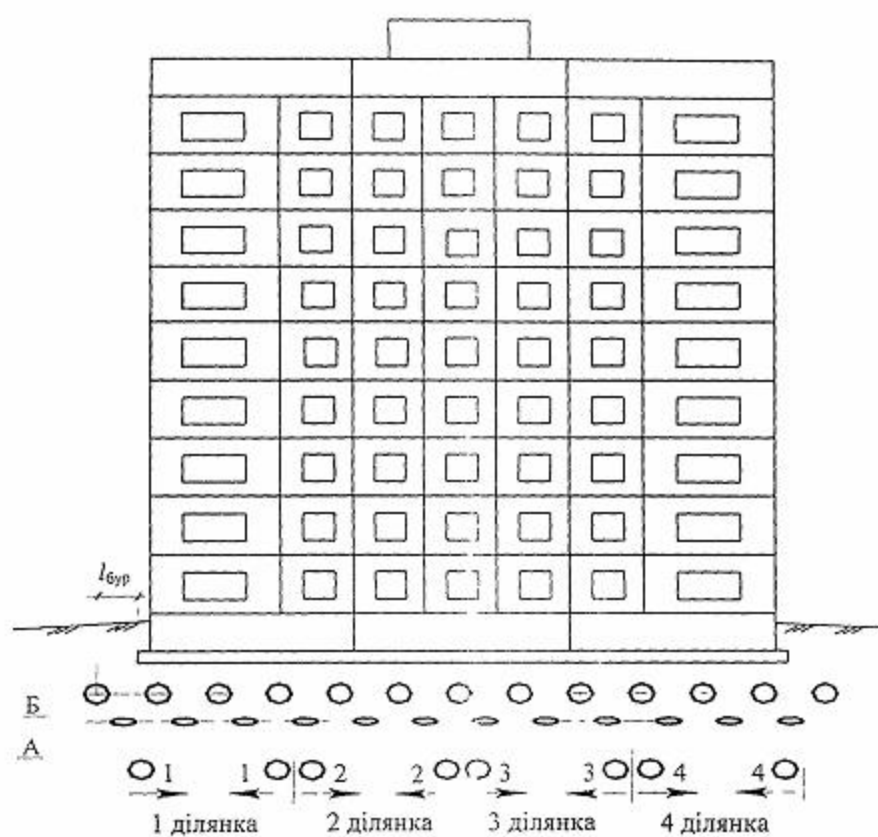


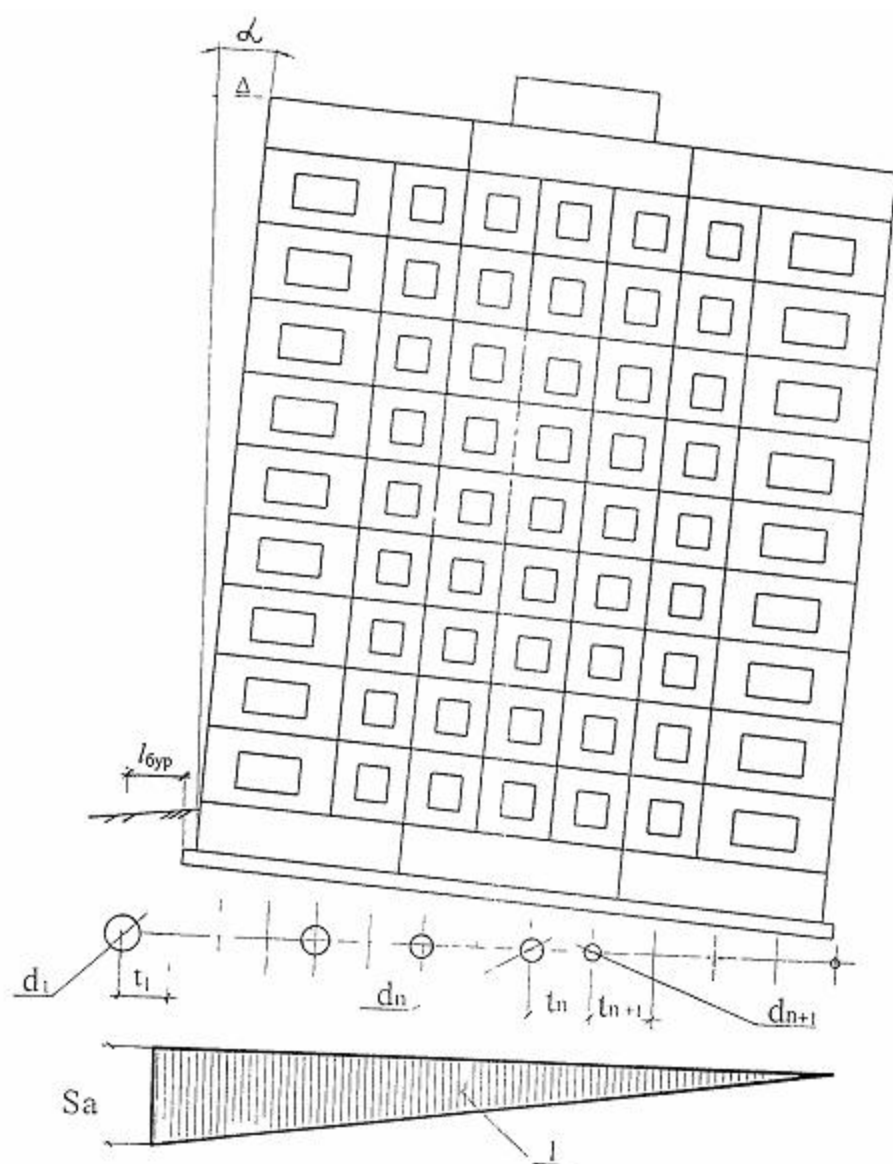
Fig. 1



Фіг. 2



Фіг. 3



Фиг. 4

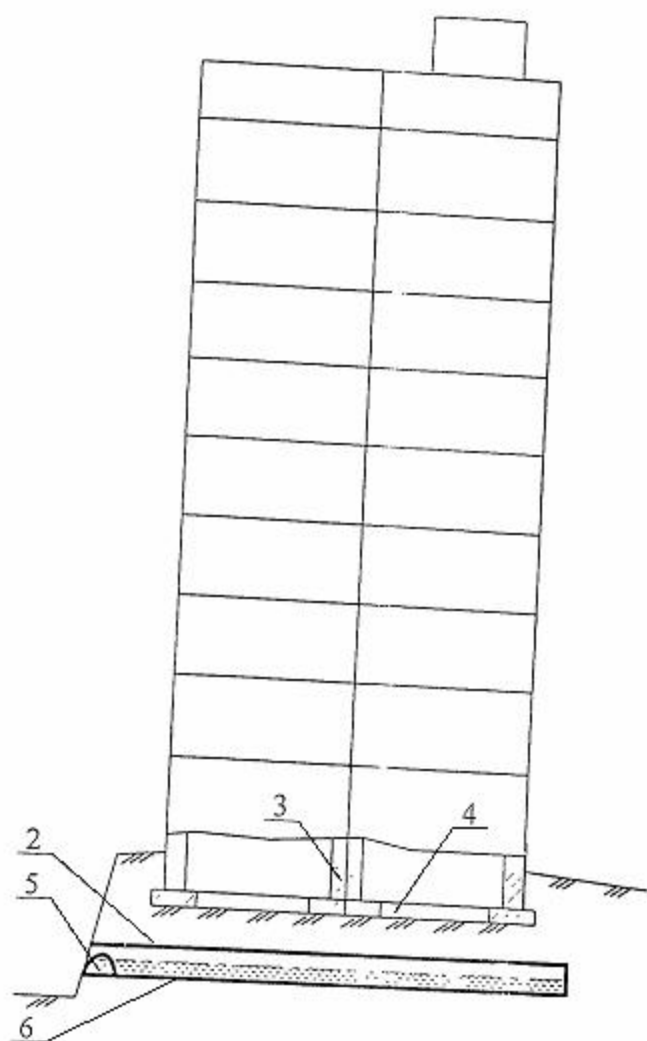


Fig. 5