

УДК 624.159.2

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.148.2014.71017>

**ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ УСУНЕННЯ КРЕНІВ ДИМОВИХ ТРУБ РЕГУЛЮВАННЯМ
ЖОРСТКІСТЮ ОСНОВ**

Канд. техн. наук Р.В. Самченко

**ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ УСТРАНЕНИЯ КРЕНОВ ДЫМОВЫХ ТРУБ
РЕГУЛИРОВАНИЕМ ЖЕСТКОСТЬЮ ОСНОВ**

Канд. техн. наук Р.В. Самченко

**FEATURES OF TECHNOLOGY OF SMOKE STACK TILT CORRECTION THROUGH SOIL
STIFFNESS REGULATION**

Cand. of techn. sciences R.V. Samchenko

При вирівнюванні нахилених труб з підземними димоходами способом горизонтального буріння свердловин через висушування та часткове випалення ґрунтів відходячими газами при температурі 300...400°C ускладнюється процес осідань фундаментів через міцність випаленого ґрунту в ціликах між свердловинами. Для забезпечення їх руйнування від тиску фундаменту зменшують переріз ціликів розбурюванням свердловин спеціальним пристроєм без виносу ґрунту на поверхню.

При вирівнюванні димових труб з надземним розташуванням димоходів без зупинки їх експлуатації регулярно слідкують та своєчасно влаштовують можливі зазори та тріщини між стовбуром труби та димоходами для попередження порушення тяги в теплових агрегатах.

Ключові слова: нахил труб, вирівнювання, горизонтальні свердловин, димоходи надземні – підземні, цілики ґрунту, руйнування, регулювання осідань фундаментів.

При выравнивании наклоненных труб с подземными дымоходами способом горизонтального бурения скважин из-за высушивания и частичного обжига грунтов отходящими газами при температуре 300...400°C усложняется процесс осадок фундаментов из-за прочности обожженного грунта в целиках между скважинами. Для обеспечения их разрушения от давления фундамента уменьшают сечение целиков разбуриванием скважин специальным устройством без выноса грунта на поверхность.

При выравнивании дымовых труб с надземным расположением дымоходов без остановки их эксплуатации регулярно следят и своевременно устраивают возможные зазоры и трещины между стволом трубы и дымоходами для предупреждения нарушения тяги в тепловых агрегатах.

Ключевые слова: наклон труб, выравнивание, горизонтальные скважин, дымоходы надземные - подземные, целики грунта, разрушения, регулирования осадок фундаментов.

Waste gases from smoke stacks with underground flues have a temperature of 300... 400 °C. These gases dry foundation soil and during long-term operation may partially burn soils in funnel uptake area. It complicates the process of soil settlement during construction tilt correction through horizontal soil drilling-out. Improvement of soil settlement regulation is performed by reduction of pillar section through partial destruction. For this purpose bores are drilled with special device without removal of soil to the surface.

In the process of alignment of smoke stack with above-ground flues without its shutdown monitoring of potential joint gaps and breaches between chimney shaft and flues is organized to prevent pull troubles in thermal generating unit.

Keywords: smoke stack tilt, alignment, horizontal bores, above-ground/underground flues, pillar, destruction, regulation of soil settlement subsidence of foundations.

Вступ. Постановка проблеми. Димові труби відносяться до сфери особливо відповідальних та дорогих інженерних споруд, які експлуатуються в складних умовах, у тому числі високотемпературних умовах відходячих газів, які досягають у штатному режимі роботи теплових агрегатів 300...400°C. Але на жаль, надійність систем автоматизованого регулювання знаходиться не завжди на високому рівні, тому часто мають випадки перегріву відходячих газів до 600°C [1].

Складнощі в експлуатації визивають також ґрунтові умови, в яких знаходяться фундаменти димових труб, наприклад, вид і якість підготовки основ, рівень підземних вод та ін.

Вище наведені та інші чинники обумовлюють стани димових труб, від яких залежить їх експлуатаційна надійність та, які в свою чергу обумовлюють безперебійну роботу промислових та енергетичних об'єктів. Досить часто виникають крени димових труб, при яких зміщується центр ваги від вертикальної вісі, що визиває згинальний момент стовбура труби,

який може призводити до тяжких наслідків. Згинальний момент призводить до перерозподілу тиску на основу по підшві фундаменту зі збільшенням його в напрямі виникнення крену, внаслідок чого збільшується його величина. Така цепна реакція зміни крену призводить до перевищення допустимих норм та до виникнення інших видів деформацій, тому виникає необхідність в невідкладному прийнятті мір по усуненню крену димових труб. При цьому слід зазначити, чим раніше будуть прийняті рішення по вирівнюванні нахилених труб, тим менші наслідки від їх деформацій, у т.ч. менші затрати на відновлення просторового положення.

Огляд джерел досліджень і публікацій.

Існують різні технології вирівнювання нахилених димових труб. В Донецькому інституті „ПромбудНДПроект” розроблений спосіб усунення кренів димових труб піддомкращуванням [2]. Для цього в цокольні частині утворюють два охоплюючі залізобетонні пояси на відстані 600 мм друг від друга, між якими пробивають в стовбурі труби

ніші під домкрати, підсилюють їх металевими плитами, розділяють кладку труби по горизонтальному шву між поясами шляхом буріння шпурів і заповнення їх сумішшю НРС, яка руйнує і розділяє кладку. Усунення крену відбувається підняттям із поворотом відсіченої частини труби за допомогою домкратів. В зв'язку із достатньо великою трудомісткістю та недостатньою безпекою (на що самі автори вказують) метод не набув широкого впровадження.

Другий спосіб вирівнювання нахилу стовбура димової труби викладений в роботі [3], який полягає в підрубці стовбура в рівні злому вертикальної вісі і за допомогою силової дії відновлюється проектне просторове положення. Недоліком такого способу усушення крену є недостатня керованість та надійність.

Найбільш дослідженим та впровадженим в практику є розроблений нами на рівні винаходу спосіб вирівнювання нахилених будівельних об'єктів за рахунок зміни жорсткості основи фундаменту шляхом буріння під фундаментами горизонтальних свердловин змінних параметрів [4]. Даним способом успішно вирівнюють нахилени висотні споруди в різних ґрунтових умовах [5].

Постановка завдання. В роботі [5] показаний позитивний досвід усушення кренів димових труб, але нічого не сказано про складнощі, які можуть виникати в процесі їх вирівнювання, що пов'язані із особливостями конструкцій таких споруд.

Мета даної статті – висвітлення деяких особливостей димових труб, які ускладнюють процес усушення їх нахилів, та технологічні рішення по їх подоланню. Окрім того слід відмітити деякі нюанси технології вирівнювання нахилених димових труб.

Виклад основного матеріалу. Технологія вирівнювання нахилених будівель, споруд детально висвітлена в роботі [6] і полягає в наступному. Зі сторони менш осілої частини фундаментів відкопують котлован уздовж будівлі, на дні якого встановлюють розроблені та виготовлені нами малогабаритні станки горизонтального буріння [7], якими бурять горизонтальні свердловини змінних розрахункових параметрів (діаметрів, кроків, довжин, кількості ярусів). Під дією ваги будівлі, споруди ґрунт в ціліках між свердловинами руйнується, заповнюючи порожнини деформованих свердловин.

Внаслідок цього перфорований шар основи нерівномірно стискується відповідно розрахунковій зміні параметрів пробурених свердловин. Відповідно відбуваються нерівномірні осідання фундаментів, внаслідок яких будівля, споруда займає потрібне просторове положення.

Особливості димових труб полягають в наступному: димоходи (лежаки) в конструктивному відношенні бувають надземними і підземними; момент інерції завжди однаковий відносно будь-якої вісі, яка проходить через центр; напрями крену можуть бути в межах $0...360^\circ$ і його спрямованість характеризують по частинах світу, наприклад «Південний», «Південно-східний», а величина крену характеризується складовими також уздовж частин світу і їх підсумовуванням; висока інерційність руху; порівняно низька стійкість в зв'язку з чим баштові споруди мають істотну глибину закладання і величину діаметра фундаменту.

Перераховані особливості споруд круглої форми обумовлюють особливий підхід до ліквідації їх крену.

Робота димових труб з підземними лежаками характеризується тим, що на протязі довгого терміну практично безперервної експлуатації з відходом димових газів при температурі, як відзначалось раніше, $300...400^\circ\text{C}$, а інколи до 600°C , що призводить до суттєвого висихання ґрунті в навіть до часткового їх випалу в „пятні” основи під лежаком. З протилежної сторони „п'ятна” лежака ґрунт в основі знаходиться в стані підвищеної вологості, в кращому випадку – природної вологості, що обумовлює різницю в осіданнях фундаменту і, як наслідок, нахил димової труби. Такі випадки мали місце при вирівнюванні димових труб висотою 60 м на заводах „АвтоЗАЗ-Деу”, „Запоріжжтрансформатор” (рис. 1), на Полтавському хлібокомбінаті (висотою 40 м). Інша ситуація складалася при вирівнюванні димової труби висотою 60м на Львівському склозаводі (рис. 2), де в основі під однією частиною фундаменту залягав природний мергелестий ґрунт, а під іншою – насипний ґрунт, який був наслідком зворотної засипки котловану при влаштуванні фундаментів цеху варіння скла. Внаслідок замочування ґрунтів основи в процесі експлуатації труби з різними фізико-механічними характеристиками відбувалися

нерівномірні осідання фундаментів і відповідно крени споруди. Враховуючи, що висушений та частково випалений ґрунт, а також мергелестий ґрунт мають достатньо високу міцність на

стиск, виникли значні проблеми при задаванні примусових технологічних нерівномірних осідань фундаментів в процесі вирівнювання.

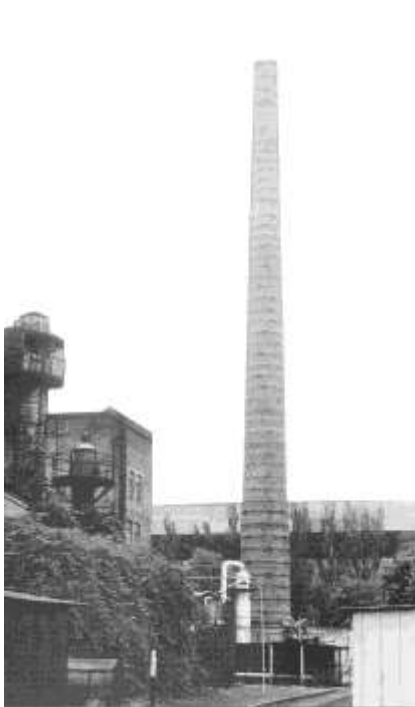


Рис. 1. Димова труба Н=60м котельні заводу "Запоріжтрансформатор"



Рис. 2. Димова труба Н=60 м Львівського склозаводу

Виникла проблема в реалізації розрахункових проектних осідань при поверненні фундаментів і відповідно споруд в проектне положення. Не дало бажаного результату зволоження ґрунтів навколо пробурених свердловин – такі ґрунти досить повільно розмокають. Вихід може бути лише один – зменшити поперечний переріз проміжок (цілики) ґрунту між свердловинами з метою збільшення напруг від тиску споруди і прискорити руйнування ціликів. Зменшувати переріз за рахунок розбурювання свердловин зі збільшенням при цьому їх діаметрів з виносом ґрунту на поверхню не можна, оскільки потрібні нерівномірні осідання фундаментів розраховані при відповідному сумарному об'ємі вибитого усіма свердловинами ґрунту. Тому розбурювання свердловин традиційним способом приведе до збільшення об'єму вибитого з-під фундаментів ґрунту і відповідно до перебору потрібних осідань.

Потрібно було знайти рішення по розбурюванню свердловин без виносу ґрунту. Таке рішення знайшлося у вигляді розбурювання свердловин без виносу ґрунту на поверхню по спеціальній технології. Сутність такого розбурювання полягає в тому, що спеціальним пристроєм (рис. 3), забезпеченим розсувними ножами при зміні напрямку обертання бурової штанги, руйнують ґрунт в стінках свердловин поза межами їх діаметрів без виносу зруйнованого ґрунту на поверхню.

Поетапним частковим руйнуванням ціликів ґрунту при додатковому зволоженні свердловин осідання фундаментів активізувались. При постійному геодезичному нагляді та автоматизованому моніторингу [8] за осіданням фундаментів при контрольованому частковому руйнуванні ціликів ґрунту димові труби відновленні в проектне просторове положення.



Рис. 3. Пристрій для руйнування міцних ціликів ґрунту між свердловинами

Не менш проблемним питанням було вирівнювання нахиленої димової труби висотою 100 м (рис. 4) центральної котельні Орджонікідзевського району в м.Запоріжжі. Димоходи даної котельні були надземними, план відносного розположення труби, димоходів від кожного теплового агрегату та котловану для буріння свердловин показані на рис. 5.



Рис. 4. Димова труба Н=100 м центральної котельні у м. Запоріжжі

Ситуація ускладнювалась тим, що по-перше, труба нахилилася у напрямі конструкції системи лежаків, обслуговуючих 4 котли. Через тиск труби утворилися здвигові деформації

будівельних конструкцій лежаків з істотним розкриттям тріщин, що призводило до порушення тяги і режиму горіння в котлах. Виникла загроза зупинки котельної, яка обслуговує цілий район міста Запоріжжя, по-друге, оскільки бюджетне фінансування по вирівнюванню димової труби затягнулося і роботи почалися в листопаді 2006 р., коли мороз доходив до -10°C , зупинка котельні в опалювальний сезон. І в той же час ризикованим було входити в зиму з креном труби, яка могла б зруйнувати лежак своєю масою, лежак мав істотні зсувні деформації в конструкціях (рис. 6). Вирівнювання димової труби виконувалось горизонтальним бурінням свердловин під фундаментами в зимовий період без зупинки роботи котельної наступним чином.

Під дією тиску ваги димової труби при достатній вологості ґрунтів перфорованого шару основи цілики ґрунту між свердловинами руйнувалися, заповнюючи порожнини деформованих свердловин. Зруйнований вологий ґрунт самоущільнювався під дією тиску фундаменту.

Оскільки перфорація шару основи відбулася по розрахунковій методиці, деформація нерівномірного стиску цього шару забезпечила осідання фундаменту по потрібній розрахунковій епюрі, що обумовило повернення стовбура димової труби в проектне положення.

В процесі вирівнювання труби дотримувався налагоджений зв'язок із спеціалістами котельної по забезпеченню теплового режиму котлів і при відповідних сумісних діях підтримувалась потрібна тяга димової труби. По закінченню успішного вирівнювання виконався капітальний ремонт димоходів.

Висновки:

1. При підземному розташуванні димоходів відходячі гази при штатному режимі горіння в теплових агрегатах з температурою $300\ldots 400^{\circ}\text{C}$, а при відхиленні від штатного режиму – до 600°C висушують, навіть випалюють ґрунт основи фундаменту в "п'ятні" димоходу, тоді як з протилежної сторони ґрунт має підвищену вологість, внаслідок чого відбувається різниця в осіданнях фундаменту і відповідно нахил.

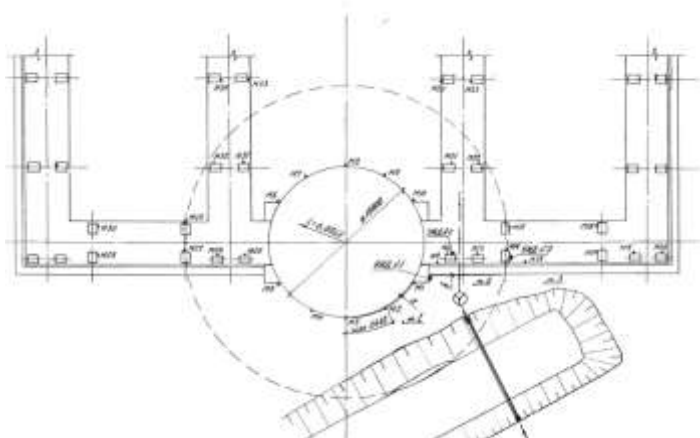


Рис. 5. План розташування димової труби, надземних лежаків і технологічного котловану

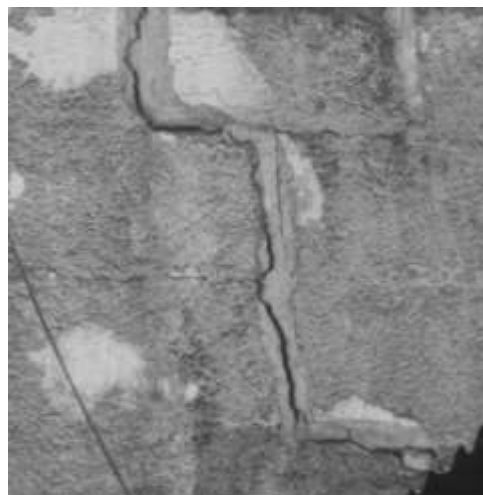


Рис. 6. Деформації в конструкціях лежаків

2. При вирівнюванні нахилених димових труб із підземними димоходами, горизонтальним вибуруванням ґрунту із-під фундаменту, де виник частковий випал ґрунту в "п'ятні" димоходу, ускладнюється процес осідання фундаментів через достатньо великий опір ціликів ґрунту між свердловинами. Для регулювання осідань фундаментів частково руйнують цілики ґрунтів між свердловинами для зменшення їх поперечного перерізу.

3. При надземному розташуванні димоходів нахил труб своєю вагою може частково руйнувати їх огорожуючі конструкції. При вирівнюванні димових труб без зупинки їх експлуатації необхідно регулярно наглядати та своєчасно влаштовувати виникаючі внаслідок переміщення стовбура труби зазори, тріщини між трубою та димоходом, або в конструкціях димоходів.

Список використаних джерел

1. Гордеев, В.Н. Опыт эксплуатации дымовых труб при высоких температурах [Текст] / В.Н. Гордеев, Ж.С. Страшко, И.В. Пономарева // Будівельні конструкції: Вісник ДонГАСА. – 2003. – Вип. 2(39). – С. 3-6.
2. Мавроди, Ф.И. Способ устранения крена дымовой трубы [Текст] / Ф.И. Мавроди, В.Г. Саенко // Современные проблемы строительства: Науч.-техн. сб. – Донецк: ООО "Лебедь", 1997. – С. 53-53
3. Вараница, А.В. О кренах кирпичных дымовых труб [Текст] / А.В. Вараница // Будівельні конструкції: Вісник ДонГАСА. – 2001. – Вип. 5(30). – С. 101-102.
4. Спосіб вирівнювання будівель, споруд [Текст]: патент України №65455А, Е 02Д 35/00 /Степура І.В., Шокарев В.С., Павлов А.В., Трегуб А.С., Самченко Р.В. (Україна). - №2003109485; Заява 21.10.2003; Опубл. 15.03.2004, Бюл. №3. – 2004. – 12 с.
5. Степура, И.В. Устранения кренов высотных сооружений [Текст] / И.В. Степура, А.В. Павлов, Р.В. Самченко // Світ геотехніки. – 2008. – №2. – С. 17-21.
6. Самченко, Р.В. Опыт устранения крена водонапорной башни [Текст] / Р.В. Самченко // Будівельні конструкції. – К.: НДІБК, 2004. – Вип. 61, т.2. – С. 122-125.
7. Установка для проходки в грунтах [Текст]: патент України №42283, Е21В3/00 /Степура І.В., Шокарев В.С., Павлов А.В., Самченко Р.В., А.С. Трегуб, Степура С.І. (Україна). - №u200901349; заява 18.02.2009, Бюл. №12. – 2009. – 6 с.

8. Електромагнітна вимірювально-інформаційна система неруйнівного контролю параметрів напружено-деформованого стану конструкцій і споруд [Текст]: патент 75876 Україна, МПК G01N27/90, G01M19/00 / Шокарев В.С., Чаплигін В.І., Мальцева Я.В. - Заява 23.09.2002 р.; Опубл. 15.06.2006 р. Бюл. №6. – 2006. – 20 с.

Рецензент д-р техн. наук, професор В.А. Банах

Самченко Роман Васильович, канд. техн. наук, доцент кафедри промислового та цивільного будівництва, Запорізька державна інженерна академія. Тел.: (050) 454-81-65, (0612) 42-95-58 E-mail: sektor3@ukr.net.

Samchenko Roman Vasilyevich, Cand. Sc., associate professor of department of industrial and civil construction, faculty of water resources and construction, Zaporozhye State Engineering Academy Tel.: (050) 454-81-65, (0612) 42-95-58. E-mail: sektor3@ukr.net.