



Рис. 4. Перемещения рабочего органа вдоль осей X и Y ( $S_2 > S_1$ )

**Выводы.**

1. Применение инерционного грохота с двухчастотным зубчато-ременным приводом позволяет расширить его технологические возможности в части подбора требуемых режимов вибрационной классификации сыпучих материалов различной дисперсности.

2. Моделирование динамики инерционного грохота позволило научно обосновать расчет параметров нового зубчато-ременного вибропривода.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Козлов В.В. Сухие строительные смеси: Учебное пособие. – М.: АСВ 2000. – 96 с.
2. Уткин В.Л. Новые технологии строительной индустрии. – М.: ЗАО «Русский издательский дом», 2004. – 116 с.
3. Блехман И.И. Вибрационное перемещение/ И.И. Блехман, Г.Ю. Джанелидзе. – М.: Наука, 1964. – 410 с.

4. Вибрационные машины в строительстве и производстве строительных материалов. Справочник. /Под. ред. В.А.Баумана и др. – М.: Машиностроение, 1970. – 548 с.
5. Вибрации в технике: В 6Т. / Под ред. Э.Э.Лавендела. – М.: Машиностроение, 1981. - Т.4: Вибрационные процессы и машины. - 509 с.
6. Гусев Б.В., Зазимко В.Г. Вибрационная технология бетона/ Б.В. Гусев, В.Г.Зазимко. – К.: Будівельник, 1991. – 160с.
7. Савченко О.Г. Обладнання комплексів для виробництва будівельних дрібноштучних стінових виробів: Навчальний посібник/ О.Г.Савченко – Х.: Тимченко, 2006. – 416 с.
8. Букин С.А. Стендовые испытания процесса грохочения зернистых материалов в бигармоническом режиме/ С.А. Букин, Н.Н. Соломичев, П.В. Сергеев// Сб. Обогащение полезных ископаемых. – Днепропетровск: вып. 4(45). – 1999. – С. 35-47.
9. Емельяненко Н.Г. Аналитическое исследование процесса виброгрохочения дисперсных материалов/ Н.Г.Емельяненко, Н.Д.Балера, А.Т.Гордиенко, Л.В.Саенко// Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». – Харків: НТУ «ХПІ». – 2009. – № 46. – С. 74 – 81.

УДК 697.8:662.922

**Бугай В.С.**

*Харківський національний університет будівництва та архітектури*

**АНАЛІЗ РОБОТИ ГАЗОВОГО ТРАКТУ В УМОВАХ ПРИРОДНОЇ ТЯГИ ПРИ ЗАМІНІ ГАЗОВОГО КОТЛА МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ НА ТВЕРДОПАЛИВНИЙ**

**Вступ.** В умовах зростання тарифів на природний газ споживачі змушені звертати увагу на інші джерела теплової енергії. До цього часу не набуло широкого поширення в Україні використання сонячної

та геотермальної енергій, теплоти навколишнього середовища через достатньо високі капіталовкладення у відповідні системи теплозабезпечення. Природний газ залишається пріоритетним енергоносієм.

Але за останні два роки на ринку котельного обладнання України зріс попит на твердопаливні котли малої та середньої потужності, які працюють на деревині, вугіллі [1, 2].

**Стан проблеми.** При заміні газового котла на твердопаливний зменшення витрат на реконструкцію теплогенераторної чи котельні можливе за рахунок збереження існуючих димовідвідних труб та димоходів. Проте умови роботи газового тракту відрізняться при використанні різних палив, особливо за природної тяги. Тому при заміні одного виду палива на інше обов'язково необхідно виконати повірочний розрахунок газового тракту, перевіряючи забезпечення тяги. Це стосується також примусової тяги.

В роботі ставиться мета проаналізувати роботу газового тракту за природної

тяги при заміні газового котла на твердопаливний.

**Основні результати дослідження.** Для прикладу розглянуто газовий котел номінальною тепловою потужністю 100 кВт, який замінено на твердопаливний котел, що працює на вугіллі та деревині, тієї ж теплової потужності. Існуючий газохід від котла діаметром 225 мм складається з горизонтальної ділянки довжиною 1,0 м та вертикальної ділянки (димоходу) висотою 7,0 м.

Робота газового тракту розглядалася при спалюванні чотирьох видів палива: природного газу, деревини з вологовмістом за робочою масою 20% та 40%, вугілля. Основні характеристики палив наведені у табл. 1.

Таблиця 1 - Основні характеристики палив

Найменування характеристики	Природний газ (газопровід Дашава - Київ)	Деревина* (W <sup>p</sup> =20%)	Деревина* (W <sup>p</sup> =40%)	Вугілля Донецького басейну марки Д, класу Р
Нижча теплота згорання палива $Q_{н^p}$ , кДж/м <sup>3</sup> (кг)	35887	14504	10250	19598
Теоретичний об'єм повітря для спалювання 1 м <sup>3</sup> (1 кг) палива $V^0$ , м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> (кг)	9,52	3,75	2,81	5,16
Теоретичний об'єм продуктів згорання $V_2^0$ , м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> (кг)	10,68	4,58	3,74	5,67
Густина продуктів згорання $\rho_2$ , кг/м <sup>3</sup>	1,24	1,29	1,25	1,32

\* – у розрахунках прийнято усереднений хімічний склад деревини за сухою масою: С<sup>d</sup> = 50 %, Н<sup>d</sup> = 6,3 %, О<sup>d</sup> = 43 %, N<sup>d</sup> = 0,12 %, S<sup>d</sup> = 0,05 %, А<sup>d</sup> = 0,53 % [3].

Значення характеристик палив в табл. 1 приймалися з довідникових даних [4] та згідно з розрахунками за методикою, наведеною в [5].

В аеродинамічному розрахунку газового тракту за природної тяги перевірка тяги виконується за формулою [6]:

$$h_c \cdot \frac{h_{бар}}{760} - \sum \Delta h_2 \cdot \frac{760}{h_{бар}} \geq 1,2 \cdot \Delta H_{II}, \quad (1)$$

де  $h_c$  – розрахункова величина самотяги, Па;  $\sum \Delta h_2$  – сума втрат тиску в димових

трубах, Па;  $h_{бар}$  – середній барометричний тиск, мм рт. ст., який приймається в залежності від висоти розташування котельні над рівнем моря; 1,2 – коефіцієнт запасу по тязі;  $\Delta H_{II}$  – перепад повних тисків газового тракту, Па, без урахування опору газового тракту та самотяги димової труби, тобто

$$\Delta H_{II} = h_m'' \quad (2)$$

де  $h_m''$  – необхідне розрідження на виході з топки.

Згідно з [7] для котлів тепловою потужністю від 25 до 100 кВт розрідження за котлом повинно бути не більше 40 Па. У розрахунках прийнято середнє значення розрідження у розмірі 20 Па, яке рекомендовано [6].

Результати аеродинамічного розрахунку газового тракту за природної тяги при спалюванні палив, зазначених в табл. 1, наведено в табл. 2. Розрахунок виконано за температури зовнішнього повітря +8 °С, що відповідає початку опалювального періоду.

Таблиця 2 - Результати аеродинамічного розрахунку газового тракту (котли 100 кВт)

Найменування параметра	Природний газ (газопровід Дашава - Київ)	Деревина* (W <sup>p</sup> =20%)	Деревина* (W <sup>p</sup> =40%)	Вугілля Донецького басейну марки Д, класу Р
Номинальна теплова потужність котла $Q_{ном}$ , кВт	100			
Коефіцієнт корисної дії котла $\eta$ , %	90	80	72	80
Витрата палива $B_p$ , м <sup>3</sup> (кг)/год	11,15	31,03	48,78	22,96
Середня температура відхідних газів у газоходах $t_{від}$ , °С*	120			
Коефіцієнт надлишку повітря $\alpha_{від}$	1,1	1,3	1,3	1,3
Дійсний об'єм продуктів згорання $V_z$ , м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> (кг)	11,65	5,72	4,6	7,24
Витрата продуктів згорання $V_{z.від}$ , м <sup>3</sup> /год	187	255	323	239
Швидкість продуктів згорання $v$ , м/с	1,31	1,79	2,26	1,67
Втрати тиску в місцевих опорах $\Delta h_{м.о.}$ , Па	1,0	2,0	3,1	1,8
Втрати тиску на тертя $\Delta h_{тер.}$ , Па	0,6	1,0	1,6	0,9
Сума втрат тиску $\Sigma h_z$ , Па	1,6	3,0	4,7	2,7
Самотяга $h_c$ , Па	27,1	24,9	26,4	23,2
Розрідження з урахуванням запасу 20%, Па	24	24	24	24
Запас тяги за умовою (1), Па	+1,5	-2,1	-2,3	-3,5
Рекомендована висота димоходу, для забезпечення природної тяги $H_d$ , м	6,8	8,0	8,2	8,4

\* – для умов розрахунку середню температуру відхідних газів у газоходах при спалюванні різних видів палива прийнято однаковою.

За результатами розрахунку встановлено, що при спалюванні деревини сумарні втрати тиску газового тракту зростають у 1,8-3,0 рази (в залежності від вологості деревини) у порівнянні зі спалюванням природного газу, при спалюванні вугілля – у 1,5-1,7 разів. Проте величина самотяги при спалюванні деревини з більшою вологістю незначно відрізняється від

величини самотяги при спалюванні природного газу. Величина самотяги при спалюванні вугілля менша за величину самотяги при спалюванні природного газу на 14,4%. За однакових конструктивних параметрів газоходів і температур продуктів згорання та зовнішнього повітря розрідження заданої величини забезпечується при спалюванні природного газу. При спалюванні

## БУДІВНИЦТВО

твердих палив умова забезпечення тяги не виконується.

Аналогічні розрахунки було проведено для газового тракту діаметром 190 мм, що складається з горизонтальної ділянки довжиною 1,0 м та вертикальної

ділянки (димоходу) висотою 6,5 м, від газового та твердопаливного котлів тепловою потужністю 50 кВт при спалюванні палив, зазначених в табл. 1. Основні результати розрахунку наведені у табл. 3

Таблиця 3 - Результати аеродинамічного розрахунку газового тракту (котли 50 кВт)

Найменування параметра	Природний газ (газопровід Дашава - Київ)	Деревина ( $W^p=20\%$ )	Деревина ( $W^p=40\%$ )	Вугілля Донецького басейну марки Д, класу Р
Номінальна теплова потужність котла $Q_{nom}$ , кВт	50			
Коефіцієнт корисної дії котла $\eta$ , %	90	80	72	80
Витрата палива $B_p$ , м <sup>3</sup> (кг)/год	5,57	15,51	24,39	11,48
Середня температура відхідних газів у газоходах $t_{від}$ , °С	120			
Коефіцієнт надлишку повітря $\alpha_{від}$	1,1	1,3	1,3	1,3
Дійсний об'єм продуктів згорання $V_z$ , м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> (кг)	11,65	5,72	4,6	7,24
Витрата продуктів згорання $V_{z,від}$ , м <sup>3</sup> /год	93	128	162	120
Швидкість продуктів згорання $v$ , м/с	0,92	1,25	1,58	1,17
Втрати тиску в місцевих опорах $\Delta h_{м.о.}$ , Па	0,5	1,0	1,5	0,9
Втрати тиску на тертя $\Delta h_{тер.}$ , Па	0,2	0,5	0,7	0,4
Сума втрат тиску $\Sigma h_z$ , Па	0,7	1,5	2,2	1,3
Самотяга $h_c$ , Па	25,1	23,1	24,6	21,6
Розрідження з урахуванням запасу 20%, Па	24	24	24	24
Запас тяги за умовою (1), Па	+0,4	-2,4	-1,6	-3,7
Рекомендована висота димоходу, для забезпечення природної тяги $H_d$ , м	6,5	7,4	7,2	7,8

**Висновки.** За результатами розрахунків встановлено, що при заміні газових котлів малої потужності на твердопаливні, які працюють за природної тяги, необхідно обов'язково перевіряти існуючі газоходи на умову забезпечення тяги. Встановлено, що для забезпечення необхідної тяги при заміні газового котла на твердопаливний (без зміни теплопродуктивності котлів) висоту існуючого димоходу необхідно збільшити на 10-25%, якщо умова по

тязі при спалюванні твердих палив не виконується.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. Леденев А. Правительство стимулирует продажи электрических и твердотопливных котлов: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.capital.ua/ru/publication/29778-pravitelstvo-stimuliruet-prodazhi-elektricheskikh-i-tverdotoplivnykh-kotlov>.

2. Биленко Ж. Безотходное тепло: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://m.finance.obozrevatel.com/fea/57246-bezothodnoe-teplo.htm>.
3. Борушко Н.П. Перспективы производства и использования древесных пеллет в РБ / Борушко Н.П., Герман М.Л., Цедик В.А. // Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы». – 2008. – № 4: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.esco.co.ua/journal/2008\\_4/art47.htm](http://www.esco.co.ua/journal/2008_4/art47.htm).
4. Роддатис К.Ф. Справочник по котельным установкам малой производительности / К.Ф. Роддатис, А.Н. Полтарецкий. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 488 с.
5. Безгрешнов А.Н. Расчет паровых котлов в примерах и задачах: учеб. пособие для вузов / А.Н. Безгрешнов, Ю.М. Липов, Б.Ф. Шлейфер; Под общ. редакцией Ю.М. Липова. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 240 с.
6. Мочан С.И. Аэродинамический расчет котельных установок (нормативный метод) / С.И. Мочан. – Л.: Энергия, изд. 3-е, 1977. – 256 с.
7. Котли опалювальні водогрійні теплопродуктивністю до 100 кВт. Загальні технічні умови: ДСТУ 2326-93 (ГОСТ 20548-93). – [Чинний від 1995-01-01]. – К.: Держстандарт України, 1994. – 42 с.

УДК 696.2.046

**Грицина О.О.**

*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне*

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТОКУ ВІДМОВ РОЗПОДІЛЬНИХ ГАЗОПРОВОДІВ ІЗ ПОЛІЕТИЛЕНОВИХ ТРУБ**

Темпи будівництва розподільних газопроводів із поліетиленових труб за останнє десятиріччя значно зросли. Враховуючи, що близько 80 % нового будівництва систем газопостачання здійснюється із поліетиленових труб, їх кількість на балансі експлуатуючих підприємств різко збільшилася [1]. Крім того, вступ в дію нового ДБН В.2.5-41:2009 «Газопроводи з поліетиленових труб» і дозвіл на проектування та будівництво газопроводів із поліетилену з максимальним робочим тиском не більше 1,0 МПа, створили сприятливу ситуацію для систем газопостачання із поліетиленових труб.

Проте суттєві відмінності в “природі” металевих та поліетиленових труб потребують нового погляду на формування потоку відмов систем газопостачання. Зокрема металеві труби та їх відмови вже значно досліджені, сформовані статичні бази на основі тривалих періодів експлуатації, які лягли в основу цілого ряду рекомендацій, нормативних документів. Що не можна сказати про поліетиленові труби, які потребують досліджень з формування їх потоку відмов, які враховують специфіку саме поліетилену. Таким чином актуаль-

ним є дослідження потоку відмов газопроводів із поліетиленових труб, встановлення їх кількісних значень, які могли б бути використані при розрахунках надійності систем газопостачання із поліетиленових труб.

Відповідно до ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения» відмова це подія, що полягає в порушенні працездатного стану об’єкту. Робота елемента системи газопостачання передбачає, що він працює до відмови. Після відмови його виключають із системи, ремонтують (заміняють) і знову включають в роботу [2].

В свою чергу причина відмови – явище, процеси, події і стани, що викликають виникнення відмови об’єкта [3]. Аналіз причини відмов, досвід формування баз даних відмов газопроводів виконаний на основі статистичних даних організацій:

- *Natural Gas Gathering and Transmission System Incident database, managed by Department of Transportation – DOT (США) [4];*
- *Statistics about pipeline incidents, managed by National Energy Board – NEB (Канада) [5];*