



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **157591** (13) **U**
(51) МПК (2024.01)
G01P 5/00
G01P 1/07 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2023 03109</p> <p>(22) Дата подання заявки: 27.06.2023</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 07.11.2024</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 06.11.2024, Бюл.№ 45</p>	<p>(72) Винахідник(и): Голік Юрій Степанович (UA), Гузик Дмитро Володимирович (UA), Ілляш Оксана Едуардівна (UA), Чепурко Юлія Володимирівна (UA), Єрмоленко Данил Дмитрович (UA)</p> <p>(73) Володілець (володільці): НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА", просп. Першотравневий, 24, м. Полтава, 36011 (UA)</p>
---	---

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ РУХУ ПОВІТРЯ

(57) Реферат:

Пристрій для візуалізації руху потоку повітря та фіксації картини течії містить спеціальну раму-екран з розташованими на ній легкими шовковими нитками обмеженої довжини, що закріплені на каркасі рами-екрана, за відхиленнями яких визначають напрямок руху повітря в вентиляційних отворах, конструктивно. У повітродозподільних та всмоктувальних отворах встановлені вздовж потоку на лінії припливу та всмоктування площинні екрани з закріпленими осями та насадженими пелюстками-індикаторами руху із легкого пружного матеріалу з можливістю обертання на 360 градусів, які пофарбовані з двох сторін комплементарними кольорами, а осі утримувачів пелюсток розташовані у кутах квадратів, одна сторона яких направлена назустріч потоку. Розмір сторін квадрата співвідноситься з розміром вихідних отворів припливного повітропроводу, патрубка викидів забруднюючих речовин або всмоктувального отвору місцевих відсмоктувачів таким чином, що довжина пелюстки у потоці припливного або викидного повітря не перевищує 0,45 сторони квадрата, й співвідношення сторони квадрата до діаметра випускного отвору не більше (менше) l/d отвору $<0,45L$. Довжина пелюстки у потоці всмоктування, для кращої якості візуалізації потоку, не перевищує 0,23 сторони квадрата, й співвідношення сторони квадрата і еквівалентного діаметра всмоктувального отвору менше значення l_1/d_1 отвору $<0,23L_1$.

UA 157591 U

Корисна модель належить до вентиляційних систем з примусовою циркуляцією повітря і може бути використана в галузі теплоенергетики для якісної оцінки вентиляційних процесів та кращого розуміння руху струменів припливного та витяжного повітря при дослідженні особливостей забезпечення рівномірного вентиляювання приміщення за рахунок раціонального використання та розміщення припливно-витяжних отворів вентиляційних систем та забезпечення потрібної нормативної швидкості повітря на робочих місцях й підтримки нормативних параметрів мікроклімату в приміщеннях. Отримані результати можуть бути використані при проєктування систем вентиляції та розрахунках повітророзподілення споруд різноманітного призначення, а також удосконалення вентиляційного обладнання, а особливо повітророзподільних та всмоктувальних пристроїв систем з примусовою циркуляцією повітря.

Доведено, що суттєвий вплив на організацію ефективного вентиляювання приміщення та підтримку нормативних мікрокліматичних параметрів внутрішнього середовища здійснює раціональне розташування отворів надходження повітря в приміщення та його видалення. Для того, щоб правильно розташувати отвори, необхідно визначити вплив їх взаємного розташування на рух повітря в приміщенні. Це потрібно зробити також для того, щоб краще зрозуміти та навіть побачити, що картина руху повітря навколо витяжних та припливних отворів суттєво відрізняється.

Відомий пристрій для візуалізації струменів потоку за рахунок підфарбовування струменя [1] оснований на введенні в потік газу струменів диму, який дозволяє візуалізувати лінії струменів течії потоку. Але даний спосіб потребує наявності пристрою для дозованої подачі фарбувальної рідини й не обмежений у просторі при її подаванні в приміщення. Також такий спосіб візуалізації може приводити до забруднення повітря приміщення фарбами, що може негативно впливати на людей, які в ньому знаходяться.

Відома візуалізація потоку [2] основана на закріпленні на поверхні, що вводиться чи обдувається повітряним потоком, легких пелюсток, за відхиленням яких визначають напрямок руху потоку повітря на поверхні. Але дана конструкція потребує значного часу для підготовки до проведення експерименту й кожний раз викликає необхідність оновлення нанесення пелюсток й відображає структуру потоку лише для конкретної поверхні, що дає обмежений об'єм інформації.

Як найбільш близьким за технічною суттю вибраний пристрій для візуалізації спектра потоку [3], оснований на тому, що до поверхні рами-екрана, що встановлена в повітряному потоці, приклеюють тонкі, легкі, гнучкі нитки невеликої довжини, які при дії швидкості потоку розташовуються за вектором швидкості, сукупність таких ниток дозволяє візуалізувати структуру потоку біля поверхні досліджуваного тіла або в навколишньому середовищі, а також визначити область межі струменя. Але дана конструкція здатна до заплутування шовковинок між собою, як при роботі, так і при зміні режиму роботи потоку повітря, що ускладнює роботу з конструкцією та потребує постійного "розчісування" індикаторів шовковинок перед кожним наступним дослідом або їх повної заміни. Розташування легких шовковинок в потоці вентиляційного повітря дозволяє отримати картину руху повітря на окремих ділянках як вздовж, так і впоперек потоку повітря, але при цьому потрібно застосовувати громіздкі сітки, передбачати їх закріплення в приміщенні, що вносить складності при фіксації картини розподілу повітря.

В основу корисної моделі поставлена задача створення пристрою для візуалізації течії струменів повітряного потоку на вході та виході з приміщення у повітророзподільних або факельних викидах та всмоктувальних отворах за рахунок встановлення вздовж потоку на лінії припливу та всмоктування повітря екранів, що дозволяють простежити структуру течії струменів потоку біля повітророзподільників, факельних викидів, місцевих відсмоктувачів та краще зрозуміти рух повітря в приміщенні.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрої для візуалізації руху потоку повітря та фіксація картини течії, що містить спеціальну раму-екран з розташованими на ній легкими шовковими нитками обмеженої довжини, що закріплені на каркасі рами-екрана, за відхиленнями яких визначають напрямок руху повітря в вентиляційних отворах, згідно з корисною моделлю, у повітророзподільних та всмоктувальних отворах встановлені вздовж потоку на лінії припливу та всмоктування площинні екрани з закріпленими осями та насадженими пелюстками-індикаторами руху із легкого пружного матеріалу з можливістю обертання на 360 градусів, які пофарбовані з двох сторін комплементарними кольорами, а осі утримувачів пелюсток розташовані у кутах квадратів, одна сторона яких направлена назустріч потоку, а розмір сторін квадрата співвідноситься з розміром вихідних отворів припливного повітропроводу, патрубку викидів забруднюючих речовин або всмоктувального отвору місцевих відсмоктувачів таким чином, що довжина пелюстки у потоці припливного або викидного повітря не перевищує 0,45

сторони квадрата, й співвідношення сторони квадрата до діаметра випускного отвору не більше (менше) l/d отвору $<0,45L$, а довжина пелюстки у потоці всмоктування, для кращої якості візуалізації потоку, не перевищує 0,23 сторони квадрата, й співвідношення сторони квадрата і еквівалентного діаметра всмоктувального отвору менше значення l/d_1 отвору $<0,23L_1$.

5 Введення в потік припливного або всмоктувального повітря рам-екранів з легкими пелюстками, що мають можливість легко обертатись на 360 градусів навколо осі, дозволить досліджувати якісну картину спектра повітря біля вихідного та всмоктувального отворів вентиляційних решіток, причому легкі пелюстки між собою не заплутуються, а за рахунок фарбування двох сторін пелюсток у різні кольори, потік повітря повертає пелюстки, що потрапили під дію струменю, на певний кут, максимум 180 градусів й на екрані з'являється двокольорова картина, при якій пелюстки, що не потрапили в потік, мають один колір, а пелюстки, які повернулись навколо осі, на фоні картини розподілу руху повітря, мають інший колір, це особливо яскраво видно з боків екранів. Таким чином, картина розподілу руху повітря стає двокольоровою, пелюстки в спокійному потоці одного кольору, наприклад червоного, а пелюстки в потоці струменя повітря - синього, що дозволяє краще зрозуміти загальну картину розподілу повітря у припливному, викидному та повітрозабірному отворах вентиляційної системи.

Технічна суть та принцип дії запропонованого пристрою візуалізації течії повітряного потоку пояснюється кресленнями. На кресленнях зображені пристрої візуалізації течії повітряного потоку з екранами, на яких розташовані кольорові пелюстки-індикатори, шляхом їх введення в потік повітря:

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де:

на фіг. 1 зображено загальну схему пристрою для візуалізації руху повітря, що розташовується біля припливного або викидного отвору;
 25 на фіг. 2 розріз А-А показує кріплення пелюсток-індикаторів 3 на осі 2, розташованих на поверхні площинного екрана 1 у припливного або викидного отвору;
 на фіг. 3 на вигляді В показано загальний хід пелюстки-індикатора біля припливного отвору;
 на фіг. 4 зображено загальну схему пристрою для візуалізації руху повітря біля всмоктуючого отвору;
 на фіг. 5 розріз В-В показує кріплення пелюсток-індикаторів 3 на осі 2, розташованих на поверхні площинного екрана біля всмоктувального отвору;
 на фіг. 6 на вигляді Г показано загальний хід пелюстки-індикатора біля всмоктувального отвору;
 на фіг. 7 зображено загальну схему пристрою для візуалізації руху повітря перед місцевим відсмоктувачем у вигляді зонта.

На фіг. 1 зображено загальний вигляд пристрою для візуалізації потоків повітря, що подається в приміщення або викидається в атмосферне повітря, що складається з площинного екрана 1, який розділено на квадрати, у кутах яких закріплені осі 2, з встановленими на осях пелюстками-індикаторами 3. Пелюстки-індикатори 3 під дією повітряного потоку змінюють свій нормальний напрямок, у спокійному стані нахил униз. Довжини легких пелюсток в потоці припливного повітря повинні бути не більше значення $0,45L/d$, де d - діаметр припливного повітропроводу або факельного викиду, а l - сторона квадрата. При цьому довжина пелюстки повинна бути такою, щоб пелюстки, які розташовані на двох сусідніх осях, не перетиналися, чіплялися одна за одну. Пелюстки виконуються з легкого пружного матеріалу з можливістю обертання під дією повітряного потоку на 360 градусів, вони пофарбовані з двох сторін різними комплементарними кольорами, наприклад червоним з однієї сторони та синім - з іншої.

Під дією руху повітря, що виходить з патрубків 4, 5, 6, пелюстки 3, які потрапили у зону струменя нагнітання, повертаються навколо осі. Під дією нагнітання потоку потрапляють перші 6-10 квадратів за ходом виходу потоку. При цьому слід враховувати, що на практиці вентилявання [4] припливні струмені, у своїй більшості турбулентні, але далі виникає критичне число Рейнольдса, при якому ламінарна течія втрачає свою стійкість. Для турбулентного потоку при визначенні картини течії руху повітря відомо, що спрощена схема вільного турбулентного струменя складається із двох ділянок: початкової, де поле швидкості течії має фактично однакове значення швидкості. Та основної, де швидкості починають змінюватися, який називають перехідним перерізом. За ним починається основна ділянка струменя, на якій струмінь розкривається значно більше, тут швидкість потоку суттєво зменшується, а основний струмінь підживлюється потоком повітря із оточуючого середовища.

Таким чином, якісну картину струменя припливного або викидного повітря можливо спостерігати за рахунок утворення на загальному екрані кольорової картини течії струменя: з однієї сторони спокійне поле буде одного кольору, а з другої сторони, поле початкової ділянки

буде іншого кольору. Для такого струменя визначається довжина початкової ділянки, відстань до перехідного перерізу і відстань до початку основної ділянки.

5 Сторона квадрата у потоці всмоктування, для кращої візуалізації руху течії потоку, не повинна бути більше $\frac{1}{4}$ діаметра всмоктувального отвору, еквівалентного діаметру, для всмоктувального отвору квадратної або прямокутної форми, а довжина пелюстки у потоці всмоктування не повинна перевищувати значення 0,23 сторони квадрата. Картина формування структури всмоктувального потоку показана на фіг. 4. Структура всмоктувального потоку для місцевого відсмоктувача у вигляді зонта показана на фіг. 7. При всмоктуванні повітря прагне рухатися в бік отвору всмоктування повітроводу з усіх боків, і струмись всмоктуваного повітря 10 має приблизно сферичну форму на відміну від конічної при нагнітанні. Інша важлива відмінність належить до зниження швидкості повітря зі збільшенням відстані до отвору. Швидкість припливного повітря знижується приблизно на 10 % в центрі струменя повітря, що відбувається на відстані 8-12 діаметрів від отвору; а при всмоктуванні всього лише на відстані одного діаметра. Це показує, наскільки важливо для проєктування ефективного укриття наблизити його до джерела утворення шкідливої речовини.

Таким чином, порівнюючи закономірності розподілення самого простішого припливного струменя та характер всмоктування біля вентиляційного отвору, можна зробити висновок про їх принципові розбіжності. Припливні струмені дальнобійні й можуть розподілятися в межах значної частини приміщення. Витяжний факел, навпаки, швидко затухає.

20 Отже, характер руху повітряних потоків у приміщенні та ефект повітророзподілення визначається в першу чергу припливними струменями, тому при розрахунках повітрообміну в приміщеннях, перш за все, визначають припливні пристрої та їх розподіл в приміщенні, який називають розрахунком струменя.

Джерела інформації:

- 25 1. An Album of Fluid Motion Paperback - June 15, 1982/by Milton Van Dyke (Author, Editor)
 2. Boundary-Layer Theory 8th Edition by H. Schlichting (Author), K. Gersten Author) Springer; 8th Edition/March 22, 2000 pic. 2.16
 3. Шмігель О.І. Візуалізація повітряних потоків при виконанні експериментів в аеродинамічній трубі чи гідроканалі/О.І. Шмігель//Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. - 2016. - Вип. 61. С. 452-456. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vodaba_2016_61_71
 4. Жуковський С.С., Лабай В.Й. Аеродинаміка вентиляції, Львів: видавництво Львівська політехніка, 2003, с. 197, рис 7.3

35 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для візуалізації руху потоку повітря та фіксації картини течії, що містить спеціальну раму-екран з розташованими на ній легкими шовковими нитками обмеженої довжини, що закріплені на каркасі рами-екрана, за відхиленнями яких визначають напрямок руху повітря в 40 вентиляційних отворах, який **відрізняється** тим, що у повітророзподільних та всмоктувальних отворах встановлені вздовж потоку на лінії припливу та всмоктування площинні екрани з закріпленими осями та насадженими пелюстками-індикаторами руху із легкого пружного матеріалу з можливістю обертання на 360 градусів, які пофарбовані з двох сторін комплементарними кольорами, а осі утримувачів пелюсток розташовані у кутах квадратів, одна 45 сторона яких направлена назустріч потоку, а розмір сторін квадрата співвідноситься з розміром вихідних отворів припливного повітроводу, патрубків викидів забруднюючих речовин або всмоктувального отвору місцевих відсмоктувачів таким чином, що довжина пелюстки у потоці припливного або викидного повітря не перевищує 0,45 сторони квадрата, й співвідношення сторони квадрата до діаметра випускного отвору не більше (менше) l/d отвору $<0,45L$, а довжина пелюстки у потоці всмоктування, для кращої якості візуалізації потоку, не перевищує 50 0,23 сторони квадрата, й співвідношення сторони квадрата і еквівалентного діаметра всмоктувального отвору менше значення l_1/d_1 отвору $<0,23L_1$.

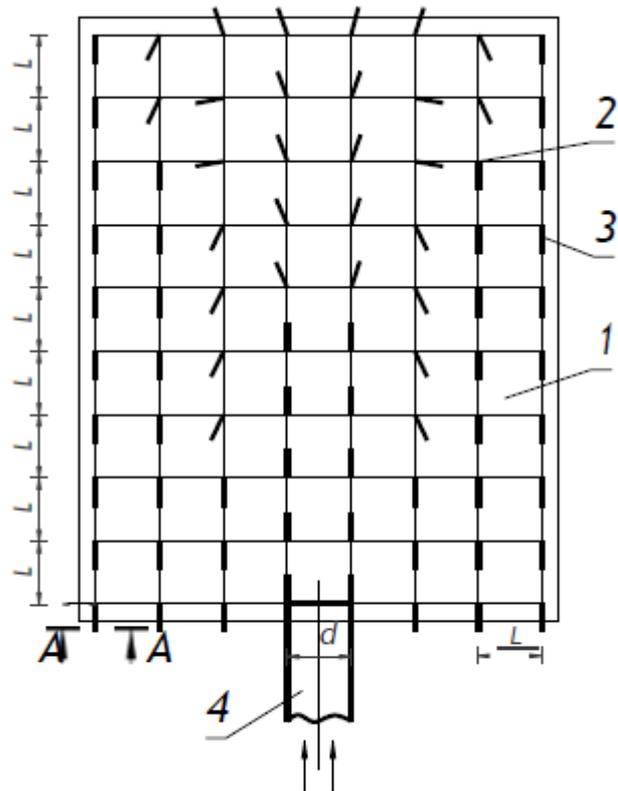


Fig. 1

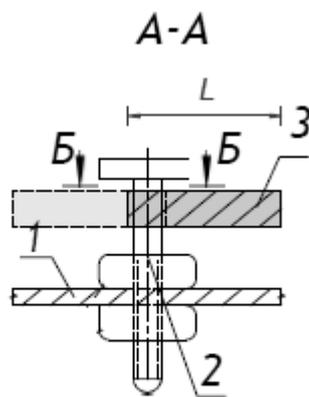
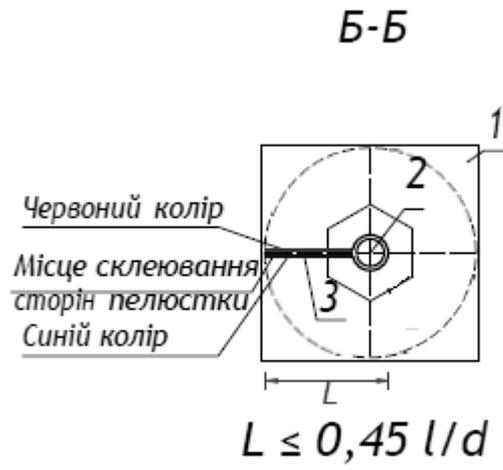
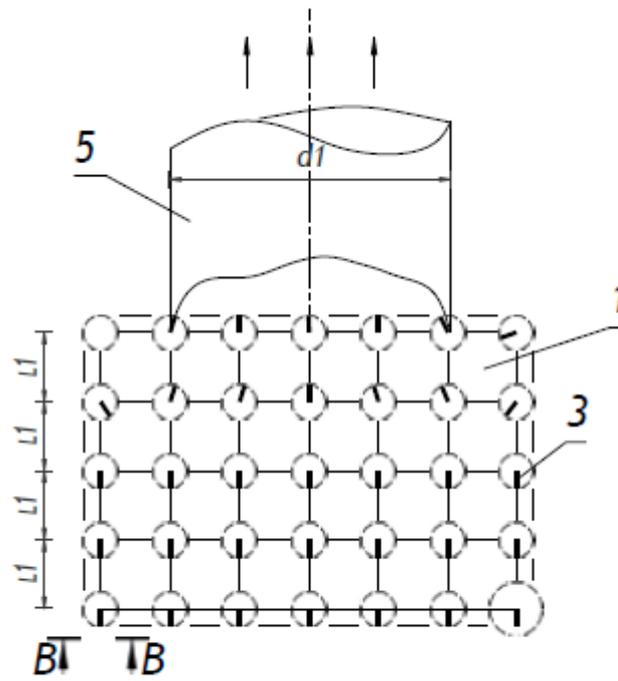


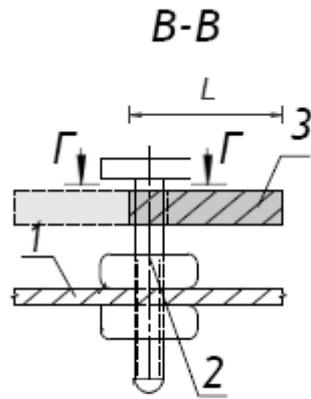
Fig. 2



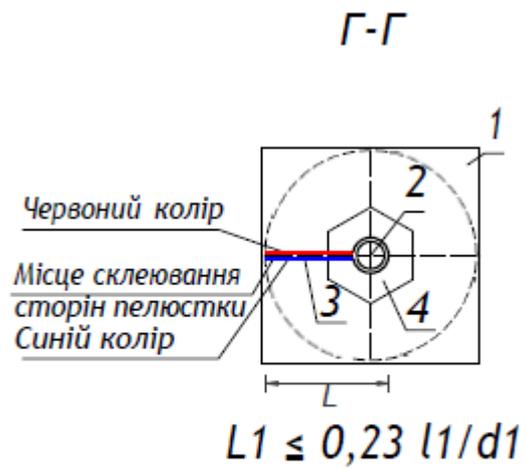
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

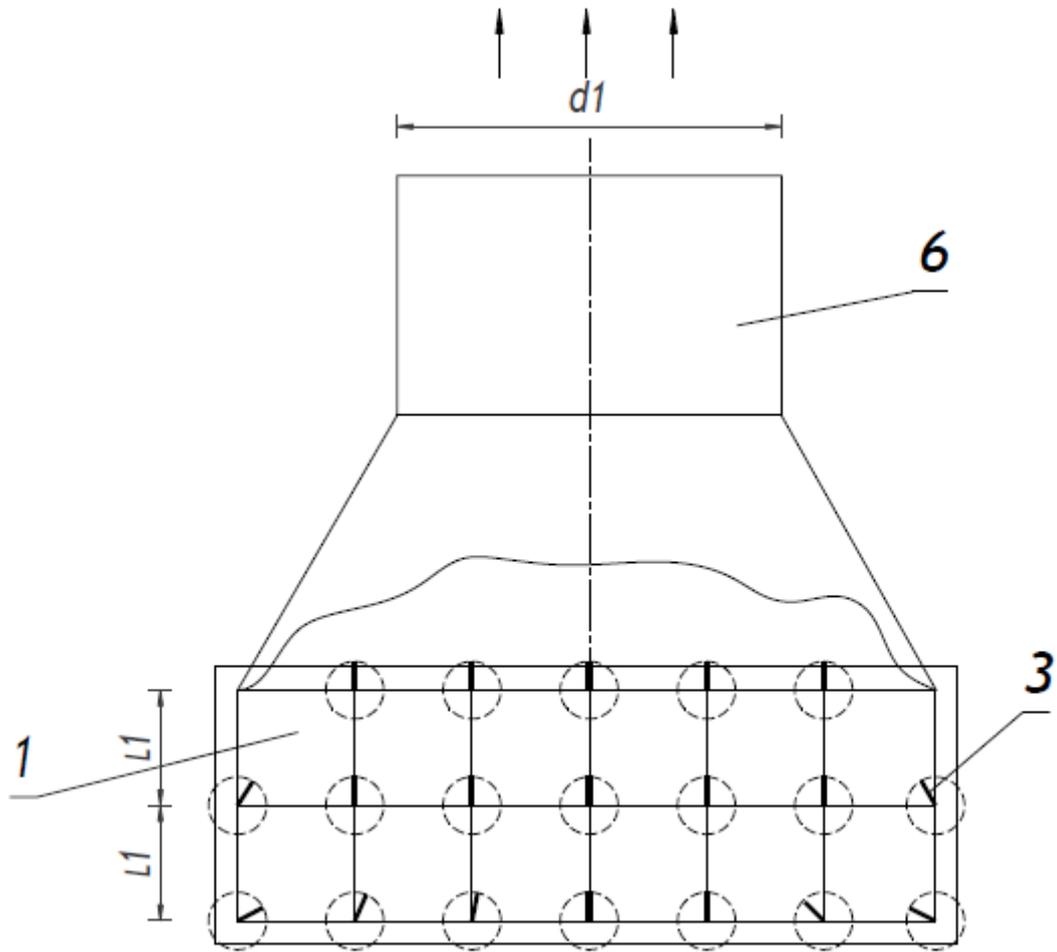


Fig. 7