



# НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

Зміна №2  
ДСТУ-Н Б EN 1991-1-7:2010  
(EN 1991-1-7:2006, IDT)

## ЄВРОКОД 1. ДІЇ НА КОНСТРУКЦІЇ. ЧАСТИНА 1-7. ЗАГАЛЬНІ ДІЇ. ОСОБЛИВІ ДИНАМІЧНІ ВПЛИВИ

*Видання офіційне*

Київ  
ДП «УкрНДНЦ»  
2017

ДСТУ-Н Б EN 1991-1-7:2010 ЄВРОКОД 1. ДІЇ НА КОНСТРУКЦІЇ.  
ЧАСТИНА 1-7. ЗАГАЛЬНІ ДІЇ. ОСОБЛИВІ ДИНАМІЧНІ ВПЛИВИ  
(EN 1991-1-7:2006, IDT)

1. РОЗРОБЛЕНО: Технічний комітет ТК 301 Металобудівництво, ПК-1: Проектування металевих конструкцій.
2. ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ: НАКАЗ Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» від \_\_.\_\_\_\_. 201\_ р. № \_\_ з \_\_.\_\_\_\_.201\_ р.

(Український переклад англomовної версії)

Єврокод 1. Дії на конструкції.  
Частина 1-7. Загальні дії. Особливі динамічні впливи

Ця зміна A1 вносить зміни у Європейський стандарт EN 1991-1-7:2006; вона була схвалена CEN 6 лютого 2014 року.

Члени CEN зобов'язані дотримуватися Внутрішніх постанов CEN/CENELEC, які передбачають умови включення цієї зміни до відповідного національного стандарту без будь-якого змінювання. Актуальні переліки та бібліографічні посилання, які стосуються таких національних стандартів, можуть бути отримані за зверненням до Центру управління CEN-CENELEC або до будь-якого члена CEN.

Ця зміна існує у трьох офіційних версіях (англійською, французькою, німецькою мовами). Версія будь-якою іншою мовою, перекладена за відповідальності члена CEN на його мову і доведена до відома Центру управління CEN-CENELEC, має той самий статус, що й офіційні версії.

Члени CEN – державні органи із стандартизації Австрії, Бельгії, Болгарії, Хорватії, Кіпру, Чеської Республіки, Данії, Естонії, Фінляндії, Колишньої Югославської Республіки Македонії, Франції, Німеччини, Греції, Угорщини, Ісландії, Ірландії, Італії, Латвії, Литви, Люксембургу, Мальти, Нідерландів, Норвегії, Польщі, Португалії, Румунії, Сербії, Словаччини, Словенії, Іспанії, Швеції, Швейцарії, Туреччини та Великої Британії.



ЄВРОПЕЙСЬКИЙ КОМІТЕТ ІЗ СТАНДАРТИЗАЦІЇ

Центр Управління: Авеню Марні 17, В-1000 Брюссель

© 2014 CEN Всі права на використання у будь-якій формі та будь-яким чином зберігаються у всьому світі за національними членами CEN.

Ref. No.: EN 1991-1-7:2006/A1:2014 E

## Eurocode 3 – Design of steel structures – Part 1-5: Plated structural Elements

Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 1-7 :  
Actions générales - Actions accidentelles

Eurocode 1 - Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-7:  
Allgemeine Einwirkungen - Außergewöhnliche  
Einwirkungen

This amendment A1 modifies the European Standard EN 1991-1-7:2006; it was approved by CEN on 6 February 2014.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for inclusion of this amendment into the relevant national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN-CENELEC Management Centre or to any CEN member.

This amendment exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Former Yugoslav Republic of Macedonia, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and United Kingdom.



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION  
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

**CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels**

**Зміст**

**Вступ**

1. Зміна до 5.3 «Принципи проектування»

2. Зміна до Додатку D (довідкового) «Вибухи всередині приміщень»

**Contents**

**Foreword**

1. Modification to 5.3, Principles for design

2. Modification to Annex D (informative), Internal explosions

C

## 1) Зміна до 5.3 «Принципи проектування»

### Пункт 1

**Замінити** текст існуючої примітки наступним:

«Примітка. У національному додатку можуть бути встановлені необхідні розрахункові методи, які використовуються при різних вибухах усередині приміщень. У додатку D містяться рекомендації щодо врахування наступних видів вибухів:

- вибухи газу і пароповітряних сумішей в приміщеннях та закритих стічних резервуарах;
- вибухи пилу в приміщеннях, резервуарах і бункерах;
- вибухи газу і пароповітряних сумішей в автомобільних та залізничних тунелях;
- вибухи пилу, газу і пароповітряних сумішей в трубопроводах.

Значення, представлені в додатку D цієї частини, можуть розглядатися як номінальні значення за умови виникнення вибуху.

## 1) Modification to 5.3, Principles for design

In **Paragraph (1)**, *replace* the existing Note by the following one:

"NOTE The National Annex may give the procedures to be used for the types of internal explosions. Guidance on dealing with the following specific types of explosion is given in Annex D:

- gas and vapour/air explosions in rooms and closed sewage basins;
- dust explosions in rooms, vessels and bunkers;
- gas and vapour/air explosions in road and rail tunnels;
- dust, gas and vapour/air explosions in energy ducts.

The values presented in Annex D of this part may be considered as nominal values given that the explosion occurs.

При визначенні реакції конструкції допускається враховувати динамічні та нелінійні характеристики. Можливо застосовувати навантаження тривалістю 0,2 секунди, при цьому допускаються пошкодження за умови, що вони не призводять до непропорційних руйнувань.

Функція залежності навантаження і часу може вважатися функцією трикутника. Необхідне проведення аналізу чутливості функції залежності навантаження і часу для того, щоб визначити пікове навантаження за період часу 0,2 секунди.».

**2) Зміна до додатка D (довідкового) «Вибухи всередині приміщень»**

Замінити існуючий додаток D наступним додатком:

**«Додаток D  
(довідковий)  
Вибухи всередині приміщень**

When calculating the structural response, dynamic and nonlinear behaviour may be taken into account. A load duration of 0,2 s may be adopted and damage is acceptable provided it does not lead to disproportional collapse.

The load-time function may be assumed triangular. A sensitivity study on the load-time function should be performed to identify the peak load time within the 0,2 s duration.".

**2) Modification to Annex D (informative), Internal explosions**

Replace the existing Annex D with the following one:

**"Annex D  
(informative)  
Internal explosions**

## D.1 Вибухи природного газу

(1) Для будівель з газовими трубопроводами чи таких, де можуть бути встановлені газові балони, допускається розраховувати конструкції на стійкість до наслідків вибуху природного газу всередині приміщень, використовуючи еквівалентний статичний номінальний тиск, що визначається за формулами (D.1) та (D.2):

$$p_d = 3 + p_{stat} \quad (D.1)$$

або

or

$$p_d = 3 + p_{stat} / 2 + 0,04 / (A_v / V)^2 \quad (D.2)$$

приймається більше з двох значень,

whichever is the greater;

де:

where

$p_d$  – еквівалентний статичний номінальний тиск для розрахунку конструкції, кН/м<sup>2</sup>;

$p_d$  is the nominal equivalent static pressure to design the structure in [kN/m<sup>2</sup>];

$p_{stat}$  – рівномірно розподілений статичний тиск, при якому відбувається спрацьовування легкоскидуваних елементів,

$p_{stat}$  is the uniformly distributed static pressure at which venting components will fail in [kN/m<sup>2</sup>];



кН/м<sup>2</sup>;

$A_v$  – площа легкоскидуваних елементів, м<sup>2</sup>;

$V$  – об'єм прямокутного приміщення, м<sup>3</sup>.

Формули (D.1) та (D.2) застосовуються для одного приміщення об'ємом до 1000 м<sup>3</sup>.

**Примітка 1.** Тиск від дефлаграції ефективно діє одночасно на всі огорожувальні перекриття приміщення.

**Примітка 2.** Вибухи у декількох приміщеннях можуть спричинити набагато сильніший тиск. Такі значення тиску важко піддаються розрахунку через те, що вони залежать не лише від міцності легкоскидуваних вентиляційних панелей; тому для такого типу вибухів необхідно застосовувати стратегію, яка ґрунтується на обмеженні обсягу локального руйнування (див. рисунок 3.1).

(2) У тих випадках, коли будівельні елементи приміщення з різними значеннями  $p_{stat}$ , належать до системи вентиляції, слід використовувати максимальне значення  $p_{stat}$ .  
Значення  $p_d > 50$  кН/м<sup>2</sup> не

$A_v$  is the area of venting components in [m<sup>2</sup>];

$V$  is the volume of rectangular enclosure in [m<sup>3</sup>].

Formulae (D.1) and (D.2) are valid for a single room up to 1 000 m<sup>3</sup> total volume.

NOTE 1 The pressure due to deflagration acts effectively simultaneously on all of the bounding surfaces of the room.

NOTE 2 Multi-room explosions may give much higher pressures. The pressures are difficult to calculate as they are not simply limited by the strength of the vent panels; therefore, for this type of explosion, the strategy based on limiting the extent of localized failure (see Figure 3.1) should be adopted.

(2) Where building components with different  $p_{stat}$  values contribute to the venting area, the largest value of  $p_{stat}$  should be used. No value of  $p_d$  greater than 50 kN/m<sup>2</sup> need be taken into account.

враховують.

(3) Відношення площі легкоскидуваних вентиляційних елементів до об'єму повинне задовольняти умову (D.3):

$$0,05 \text{ m}^{-1} \leq A_v / V \leq 0,15 \text{ m}^{-1} \quad (\text{D.3})$$

**Примітка.** Природний газ – це газоподібне природне пальне, що складається переважно з метану, але також включає значну кількість етану, бутану, пропану, діоксиду вуглецю, азоту, гелію та сірководню. До початку використання в якості пального природний газ зазнає масштабної обробки, в процесі якої вилучаються практично всі складові газу, окрім метану.

## D.2 Вибухи пилу всередині приміщень, в резервуарах і бункерах

(1) Розрахункове значення  $p_d$  максимального тиску в вентильованих кубічних та витягнутих приміщеннях, резервуарах і бункерах при вибухах пилу всередині одного приміщення допускається визначати за емпіричною

(3) The ratio of the area of venting components and the volume should comply with Formula (D.3):

**NOTE** Natural gas is a gaseous fossil fuel consisting primarily of methane but including significant quantities of ethane, butane, propane, carbon dioxide, nitrogen, helium and hydrogen sulfide. Before natural gas can be used as a fuel, it undergoes extensive processing to remove almost all materials other than methane.

## D.2 Dust explosions in rooms, vessels and bunkers

(1) The design value  $p_d$  for the maximum pressure developed in vented cubic and elongated rooms, vessels and bunkers for dust explosions within a single room may be determined from the empirical Formula (D.4):

формулою (D.4):

$$A_v = \left[ 4,485 \times 10^{-8} p_{\max} K_{St} p_d^{-0,569} + 0,027 (p_{stat} - 10) p_d^{-0,5} \right] V^{0,753} \quad (D.4)$$

де:

$A_v$  – площа легкоскидуваних елементів, м<sup>2</sup>;

$V$  – об'єм приміщення, резервуара або бункера, м<sup>3</sup>.

$K_{St}$  – коефіцієнт дефлаграції хмари пилу, кН/м<sup>2</sup> (див. пункт (2));

$p_{\max}$  – максимальний тиск вибуху пилу, кН/м<sup>2</sup> (див. пункт (2));

$p_{stat}$  – статичний тиск активації легкоскидуваних вентиляційних елементів, кН/м<sup>2</sup>;

$p_d$  – розрахункове значення тиску у вентильованому резервуарі, кН/м<sup>2</sup>;

(2) Значення  $p_{\max}$  та  $K_{St}$  можна визначити експериментально стандартними методами для кожного типу пилу.

**Примітка 1.** Значення  $K_{St}$  залежать від таких чинників, як хімічний склад, розмір частинок і вологість. Орієнтовні значення  $p_{\max}$  та  $K_{St}$  наведені в таблиці D.1.

where

$A_v$  is the venting area [m<sup>2</sup>];

$V$  is the volume of room, vessel, bunker [m<sup>3</sup>];

$K_{St}$  is the deflagration index of a dust cloud [kN/m<sup>2</sup>] (see Clause (2));

$p_{\max}$  is the maximum pressure of an explosion of the dust [kN/m<sup>2</sup>] (see Clause (2));

$p_{stat}$  is the static activation pressure of the vent areas [kN/m<sup>2</sup>];

$p_d$  is the design value of the pressure in the vented vessel [kN/m<sup>2</sup>].

(2) Values for  $p_{\max}$  and  $K_{St}$  may be experimentally determined by standard methods for each type of dust.

NOTE 1 The value of  $K_{St}$  depends on factors such as the chemical composition, particle size and moisture content. Indicative values for  $p_{\max}$  and  $K_{St}$  are given in Table D.1.

**Примітка 2.** Щодо стандартних методів, див., наприклад, EN 14034-1:2004 та EN 14034-2:2006.

(3) Формула (D.4) застосовується з наступними обмеженнями:

–  $0,1\text{ м}^3 \leq V \leq 10000\text{ м}^3$  ;  
–  $L_3 / D_E \leq 2$ , де  $L_3$  – найбільший габарит, а  $D_E = 2(L_1 \times L_2 / \pi)^{0,5}$ , і де  $L_1$  та  $L_2$  – інші два габарити приміщення;

–  $10\text{ кН} / \text{м}^2 \leq p_{stat} \leq 100\text{ кН} / \text{м}^2$ , руйнування панелей і дисків з малою масою, що піддаються майже без інерції;

–  $10\text{ кН} / \text{м}^2 \leq p_d \leq 200\text{ кН} / \text{м}^2$ ;

–  $500\text{ кН} / \text{м}^2 \leq p_{max} \leq 1000\text{ кН} / \text{м}^2$

для

$1000\text{ кН} / \text{м}^2 (\text{м} / \text{с}) \leq K_{st} \leq 30000\text{ кН} / \text{м}^2$  ;

$500\text{ кН} / \text{м}^2 \leq p_{max} \leq 1200\text{ кН} / \text{м}^2$  для  $30000\text{ кН} / \text{м}^2 (\text{м} / \text{с}) \leq K_{st} \leq 80000\text{ кН} / \text{м}^2$  .

(4) Для витягнутих приміщень при  $L_3 / D_E \geq 2$  слід враховувати наступне збільшення площі легкоскидуваних вентиляційних елементів:

$$\Delta A_v = A_v (-4,305 \log p_d + 9,368) \log L_3 / D_E \quad (\text{D.5})$$

де:

**NOTE 2** For standard methods, see for instance EN 14034-1:2004 and EN 14034-2:2006.

(3) Formula (D.4) is valid with the following restrictions:

–  $0,1\text{ м}^3 \leq V \leq 10000\text{ м}^3$  ;

–  $L_3 / D_E \leq 2$ , where  $L_3$  is the largest dimension and  $D_E = 2(L_1 \times L_2 / \pi)^{0,5}$ , where  $L_1$  and  $L_2$  are the other two dimensions of the room;

–  $10\text{ кН} / \text{м}^2 \leq p_{stat} \leq 100\text{ кН} / \text{м}^2$ , rupture disks and panels with low mass which respond almost without inertia;

–  $10\text{ кН} / \text{м}^2 \leq p_d \leq 200\text{ кН} / \text{м}^2$ ;

–  $500\text{ кН} / \text{м}^2 \leq p_{max} \leq 1000\text{ кН} / \text{м}^2$

for

for

$1000\text{ кН} / \text{м}^2 (\text{м} / \text{с}) \leq K_{st} \leq 30000\text{ кН} / \text{м}^2$  ;

$500\text{ кН} / \text{м}^2 \leq p_{max} \leq 1200\text{ кН} / \text{м}^2$  for  $30000\text{ кН} / \text{м}^2 (\text{м} / \text{с}) \leq K_{st} \leq 80000\text{ кН} / \text{м}^2$  .

(4) For elongated rooms with  $L_3 / D_E \geq 2$  the following increase for the venting area should be considered:

where

$\Delta A_v$  – збільшення площі легкоскидуваних вентиляційних елементів,  $m^2$ .

**Примітка.** При вибуху пилу тиск досягає свого максимального значення через 20–50 мс. Падіння до нормальних значень суттєво залежить від легкоскидуваних вентиляційних елементів і геометрії приміщення.

$\Delta A_v$  is the increase for venting area in  $[m^2]$ .

**NOTE** In dust explosions, pressures reach their maximum value within a time span in the order of 20 ms to 50 ms. The decline to normal values strongly depends on the venting device and the geometry of the enclosure.

**Таблиця D.1 - Значення  $p_{max}$  та  $K_{St}$  для вибухів пилу**

**Table D.1 -  $p_{max}$  and  $K_{St}$  values for dust explosions**

Тип пилу Type of dust	$p_{max}$ , $kH / m^2$ ( $kN / m^2$ )	$K_{St}$ , $kH / m^2$ ( $kN / m^2$ )
Буре вугілля Brown coal	810–1000	18 000
Целюлоза Cellulose	800–980	27 000
Кава Coffee		9 000
Кукурудза, кукурудза роздроблена Corn, corn crush		12 000
Кукурудзяний крохмаль Corn starch		21 000
Зерно Grain		13 000
Молочний порошок Milk powder	810–970	16 000
Кам'яне вугілля Mineral coal		13 000
Змішані корми Mixed provender		4 000
Папір		6 000

Папер		
Горохове борошно Pea flour		14 000
Фарбувальні речовини (пігменти) Pigment	650–1070	29 000
Гума Rubber	740	14 000
Житнє борошно, пшеничне борошно Rye flour, wheat flour		10 000
Соєве борошно Soya meal		12 000
Цукор Sugar	820–940	15 000
Пральний порошок Washing powder		27 000
Деревина, деревинне борошно Wood, wood flour	770–1050	22 000

### D.3 Вибухи в автомобільних і залізничних тунелях

(1) У разі детонації в автомобільних і залізничних тунелях допускається визначати функцію залежності між тиском і часом відповідно до формул (D.6)–(D.8), див. рисунок D.1(a):

$$p(x,t) = p_0 \exp \left\{ - \left( t - \frac{|x|}{c_1} \right) / t_0 \right\} \text{ для (for) } \frac{|x|}{c_1} \leq t \leq \frac{|x|}{c_2} - \frac{|x|}{c_1}, \quad (\text{D.6})$$

### D.3 Explosions in road and rail tunnels

(1) In case of a detonation in road and rail tunnels, the pressure time function may be determined using Formulae (D.6) to (D.8), see Figure D.1(a):

$$p(x,t) = p_0 \exp \left\{ - \left( \frac{|x|}{c_2} - 2 \frac{|x|}{c_1} \right) / t_0 \right\} \text{ для (for) } \frac{|x|}{c_2} - \frac{|x|}{c_1} \leq t \leq \frac{|x|}{c_2}, \quad (\text{D.7})$$

$$p(x,t) = 0 \text{ для всіх інших умов (for all other conditions), } (\text{D.8})$$

де:

$p_0$  – піковий тиск (= 2000 кН/м<sup>2</sup> для звичайного зрідженого природного газу);

$c_1$  – швидкість розповсюдження ударної хвилі (~ 1800 м/с);

$c_2$  – швидкість розповсюдження звуку в гарячих газах (~ 800 м/с);

$t_0$  – постійна часу (= 0,01 с);

$|x|$  – відстань між точкою вимірювання тиску до центру вибуху;

$t$  – час.

(2) У випадку дефлаграції в автомобільних і залізничних тунелях допускається враховувати наступну криву «тиск-час» (рисунок D.1(b)):

$$p(t) = 4p_0 \frac{t}{t_0} \left( 1 - \frac{t}{t_0} \right) \text{ для (for) } 0 \leq t \leq t_0, \quad (\text{D.9})$$

де:

$p_0$  – піковий тиск (= 100 кН/м<sup>2</sup>

where

$p_0$  is the peak pressure (= 2000 kN/m<sup>2</sup> for a typical liquefied natural gas);

$c_1$  is the propagation velocity of the shock wave (approximately 1800 m/s);

$c_2$  is the acoustic propagation velocity in hot gasses (approximately 800 m/s);

$t_0$  is the time constant (= 0,01 s);

$|x|$  is the distance between the pressure sampling point and the centre of the explosion;

$t$  is the time.

(2) In case of a deflagration in road and rail tunnels, the following pressure time characteristic may be taken into account, see Figure D.1(b):

where

$p_0$  is the peak pressure

для звичайного зрідженого природного газу);

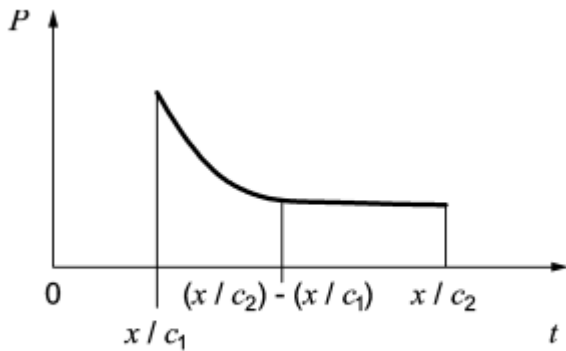
$t_0$  – постійна часу (= 0,1 с);

$t$  – час.

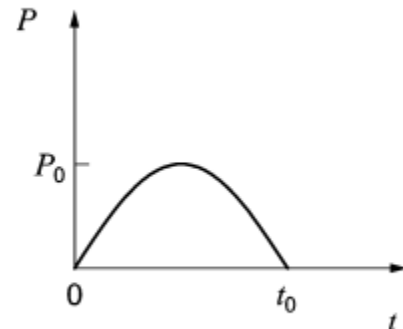
(= 100 kN/m<sup>2</sup> for a typical liquefied natural gas);

$t_0$  is the time constant (= 0,1 s);

$t$  is the time.



a)



b)

**Рисунок D.1** - Залежність тиску від часу для детонації (a) і дефлаграції (b)

**Figure D.1** - Pressure as time function for (a) detonation and (b) deflagration

#### D.4 Вибухи пилу, газу та пароповітряних сумішей в трубопроводах

#### D.4 Dust, Gas and vapour/air explosions in energy ducts

##### D.4.1 Загальні положення

##### D.4.1 General

(1) Повітряні канали, в яких прокладено трубопроводи, кабелі тощо з метою транспортування та розподілу газів, води, стиснутого повітря або електроенергії для

(1) Ducts including pipelines, cables, etc. for transport and distribution of gases, water, compressed air or electricity for the supply of industry, traffic and/or population which are normally



забезпечення промислових підприємств, транспортної системи або потреб населення, які зазвичай доступні для технічного обслуговування, зазвичай повинні бути розраховані на опір передбачуваному перенавантаженню, спричиненому можливим вибухом.

(2) Труби та трубопроводи для транспортування та розподілу пилу для забезпечення промислових підприємств, які зазвичай доступні для технічного обслуговування, зазвичай повинні бути розраховані на опір передбачуваному перенавантаженню, спричиненому можливим вибухом.

**Примітка 1.** Вибухи пилу та газу в трубопроводах характеризуються однаковою динамікою тиску. Загалом, вибухи газу спричиняють вищий максимальний тиск. Пристрої, що спричиняють турбулентність, більше впливають на підвищення тиску у випадках вибуху газу, ніж у

accessible for maintenance should normally be designed to resist the anticipated overpressure of a possible explosion.

(2) Pipes and ducts for transport and distribution of dusts for the supply of industry, which normally are accessible for maintenance, should normally be designed to resist the anticipated overpressure of a possible dust explosion.

NOTE 1 Dust explosions and gas explosions in energy ducts have a similar behaviour concerning the pressure. In general, gas explosions result in higher maximum pressures. Turbulence-producing devices have a greater influence on the increase of the pressure for gas than for dust explosions.

випадках вибуху пилу.

**Примітка 2.** Трубопроводи (та подовжені резервуари) характеризуються співвідношенням довжини до діаметра, що дорівнює або є більшим ніж 5.

**Примітка 3.** Параметри трубопроводу (переріз, довжина), схема трубопроводу (закритий з обох сторін, відкритий з обох сторін, відкритий з однієї сторони і закритий з іншої) та наявність або відсутність перешкод всередині трубопроводу впливають на горіння та результуючий тиск.

**Примітка 4.** Особливо високий тиск виникає, коли хвиля тиску, спричинена детонацією, рухається прямо на стіни або інші закріплені конструкції (наприклад, кінцеву стінку трубопроводу). В такому випадку хвиля тиску буде відбита. Тиск на фланці в такому випадку може досягати трикратного значення тиску на боковій стіні прямого трубопроводу.

#### **D.4.2 Площа легкоскидуваних вентиляційних елементів**

(1) Площа легкоскидуваних вентиляційних елементів повинна прийматися такою, що

NOTE 2 Ducts (and elongated vessels) are characterized with length-to-diameter ratios equal or greater than 5.

NOTE 3 The measurements of the duct (cross-section, length) as well as the layout of the duct (closed at both sides, open at both sides, open at one side, closed at the other) and whether obstacles are built in the duct influence the combustion and the resulting pressures.

NOTE 4 Especially high pressure is reached when the pressure wave of a detonation is moving directly against walls or other fixed structures (for example the end wall of a duct). The pressure wave will be reflected. The pressure at the flange will be up to three times as high as the pressure at the side wall of a straight duct.

#### **D.4.2 Vent area**

(1) The venting area should be taken as equal to the cross-sectional area of the duct at each

дорівнює площі поперечного перерізу трубопроводу у кожній точці розташування легкоскидуваних елементів на відстані, меншій за критичну відстань  $L$  (див. D.4.3). Можливе розташування декількох легкоскидуваних елементів у межах критичної відстані  $L$ . Може бути додана площа декількох отворів.

(2) Ефективний діаметр  $D$  некруглих легкоскидуваних вентиляційних елементів у D.4.3 допускається визначати як  $D=4A/U$ , де  $A$  – площа легкоскидуваного вентиляційного елемента, а  $U$  – периметр легкоскидуваного вентиляційного елемента.

(3) Маса на одиницю площі вентиляційного легкоскидуваного покриття для протидії дефлаграції не повинна перевищувати  $12,2 \text{ kg/m}^2$ .

(4) Легкоскидувані вентиляційні елементи розташовують поблизу можливих витоків джерела займання.

venting location at distances less than the critical distance  $L$  (see D.4.3). Multiple venting locations within the critical distance  $L$  are possible. The area of several openings may be added.

(2) The effective diameter  $D$  of non-circular venting areas in D.4.3 may be determined as  $D=4A/U$ , where  $A$  is the venting area and  $U$  the venting perimeter.

(3) The mass per unit area of the deflagration venting closure should not exceed  $12,2 \text{ kg/m}^2$ .

(4) Vent areas should be placed close to possible leakage or ignition sources.

(5) Легкоскидувані вентиляційні елементи не повинні розташовуватися в місцях, де вони можуть загрожувати безпеці людей.

(5) Vent areas should not be placed in regions where people can be endangered.

#### D.4.3 Критичні відстані

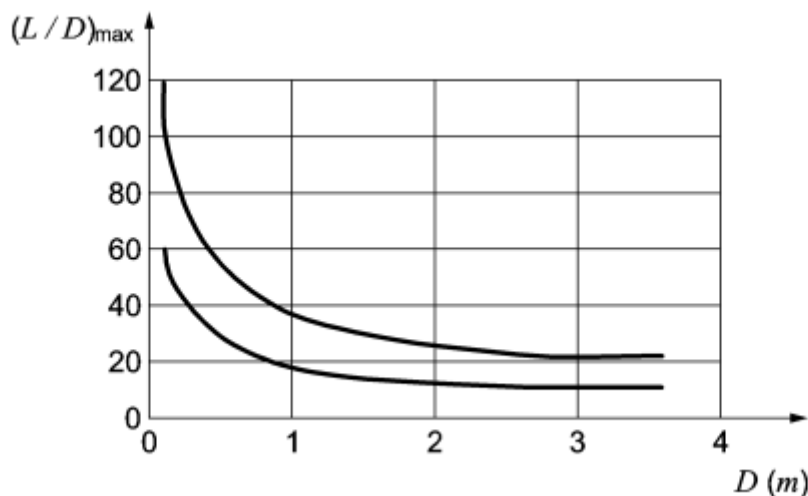
#### D.4.3 Critical distances

(1) Критичну відстань  $L$  для вибухів пропану та пилу у гладкій прямій трубі або трубопроводі допускається визначати за рисунком D.2.

(1) For propane and dust explosions the critical distance  $L$  for a smooth straight pipe or duct may be determined from Figure D.2.

**Примітка.** За допомогою облаштування ефективно функціонуючих клапанів на відстані, меншій за критичну відстань  $L$ , можливо запобігти переходу дефлаграції в детонацію.

NOTE By providing sufficient vent areas at a distance less than the critical length  $L$ , deflagration can be prevented from transitioning into a detonation.



Позначки:

Key:

$L$  : відстань між легкоскидуваними  
вентиляційними елементами для  
протидії дефлаграції, або довжина  
труби, або трубопроводу з одним  
відкритим кінцем

Пил з  $K_{St} \leq 20000 \text{кН} / \text{м}^2$

Пропан, пил з  $K_{St} > 20000 \text{кН} / \text{м}^2$

$L$  : distance between deflagration vents or length of  
pipe or duct having one end open

dusts with  $K_{St} \leq 20000 \text{кН} / \text{м}^2$

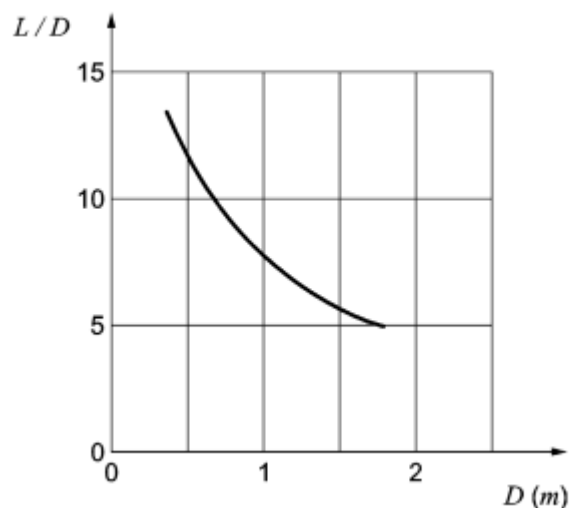
propane, dusts with  $K_{St} > 20000 \text{кН} / \text{м}^2$

**Рисунок D.2** - Критична відстань  $L$  для гладкої прямої труби або трубопроводу (D див. у D.4.2(2))

**Figure D.2** - Critical distance  $L$  for a smooth straight pipe or duct (for D see D.4.2(2))

(2) Максимальна відстань між  
вентиляційними  
легкоскидуваними елементами,  
яка дозволяє у випадку вибуху  
пропану підтримувати тиск під  
час дефлаграції меншим за  
17  $\text{кН} / \text{м}^2$ , представлена на  
рисунок D.3.

(2) In order to keep the pressure  
during deflagration less than  
17  $\text{кН} / \text{м}^2$  for an explosion of  
propane, the maximum distance  
between vents is given in Figure  
D.3.



Пропан та пил з  $K_{St} \leq 30000 \text{кН} / \text{м}^2$ ,

Propane and Dusts with

початкова швидкість 2-20 м/с

$K_{St} \leq 30000 \text{ kN} / \text{m}^2$  initial velocity  
between 2 m/s and 20 m/s

**Рисунок D.3** - Значення  $L/D$  під час дефлаграції, які відповідають максимальному тиску у випадку вибуху пропану  $17 \text{ kN/m}^2$  ( $D$  див. у D.4.2(2)); для випадків, коли початкова швидкість потоку складає 2–20 м/с

**Figure D.3** -  $L/D$ -values during a deflagration to comply with a maximum pressure of propane explosion of  $17 \text{ kN/m}^2$  (see D.4.2(2)) for  $D$ ; to apply only when the initial flow velocity is between 2 m/s and 20 m/s)

(3) Для інших газів (окрім пропану) критичну відстань між клапанами допускається визначати за допомогою формули (D.10):

(3) For gases other than propane, the critical distance between vents may be calculated using Formula (D.10):

$$L_x = L_P (S_{u,P} / S_{u,x})^2 \quad (\text{D.10})$$

де:

Where

$L_x$  - критична відстань між скидними отворами для газу X, м;

$L_x$  is the critical distance between vents for gas X in [m];

$L_P$  - критична відстань між скидними отворами для пропану, м.

$L_P$  is the critical distance between vents for propane in [m].

#### D.4.4 Розрахунковий тиск

#### D.4.4 Design pressure

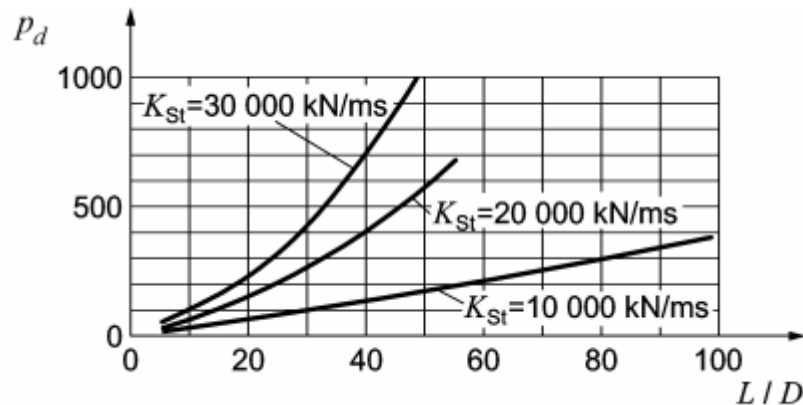
(1) Розрахунковий тиск  $p_d$  у вентильованій трубі, в якій міститься пил, визначається за

(1) The design pressure  $p_d$  in the vented pipe for dust may be determined from Figure D.4.

рисунком D.4.

**Примітка.** Значення  $p_d$  наведені для трьох різних значень  $K_{St}$ . Для пилу з іншим значенням  $K_{St}$  допускається інтерполяція.

NOTE. Values of  $p_d$  are given for three different  $K_{St}$  values, For dusts with other values of  $K_{St}$ , interpolation is allowed.

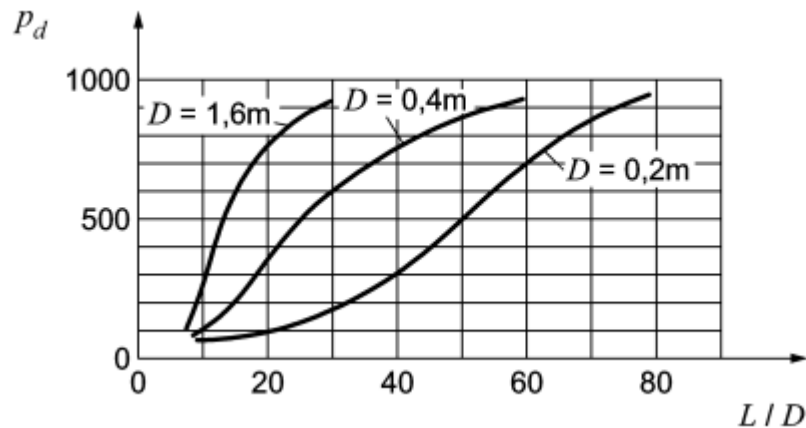


**Рисунок D.4** - Розрахунковий тиск  $p_d$  у вентильованій трубі, в якій міститься пил

**Figure D.4** - Design pressure  $p_d$  for vented pipe containing dust

(2) Розрахунковий надлишковий тиск  $p_d$  для труби, що містить газ, постійна швидкість горіння якого складає менше ніж 0,60 м/с, визначається за рисунком D.5.

(2) The design overpressure  $p_d$  for the pipe for a gas having a fundamental burning velocity of less than 0,60 m/s may be determined from Figure D.5.



**Рисунок D.5** - Розрахункове значення надлишкового тиску  $p_d$  для газів, постійна швидкість горіння яких складає менше ніж 0,60 м/с

**Figure D.5** - Design value of the overpressure  $p_d$  for gases with fundamental burning velocity of less than 0,60 m/s

(3) Максимальний тиск та відстань між скидними отворами для інших газів (окрім пропану) визначається за допомогою формули (D.11):

(3) For gases other than propane, the maximum pressure and the distance between vents may be calculated using Formula (D.11):

$$p_{d,X} = p_{d,P} (S_{u,X} / S_{u,P})^2 \quad (D.11)$$

де:

where

$p_{d,X}$  – максимальний надлишковий тиск газу X, кН/м<sup>2</sup>;

$p_{d,X}$  is the maximum explosion overpressure of the gas X in [kN/m<sup>2</sup>];

$p_{d,P}$  – максимальний надлишковий тиск пропану, кН/м<sup>2</sup>;

$p_{d,P}$  is the maximum explosion overpressure of propane in [kN/m<sup>2</sup>];

$S_{u,X}$  – постійна швидкість горіння газу X, м/с, див. у

$S_{u,X}$  is the fundamental burning velocity for gas X in [m/s], see



таблиці D.2;

$S_{u,P}$  – постійна швидкість горіння пропану, м/с.

(4) Для газів із постійною швидкістю горіння, більшою за 0,60 м/с (див. таблицю D.2), необхідне збільшення площі легкоскидуваних вентиляційних елементів, що забезпечується влаштуванням великої кількості скидних отворів, для зменшення відстані між скидними отворами для пропану.

Table D.2;

$S_{u,P}$  is the fundamental burning velocity for propane in [m/s].

(4) For gases with fundamental burning velocities greater than 0,60 m/s (see Table D.2) additional vent area is required by using multiple vent locations to decrease the spacing between the vents determined for propane.

**Таблиця D.2** - Постійна швидкість горіння  $S_u$

**Table D.2** - Fundamental burning velocity  $S_u$

Тип газу Type of gas	$S_u$ (м/с) $S_u$ (m/s)
Ацетон Acetone	0,54
Ацетилен Acetylene	1,66
Бензол Benzene	0,48
Бутан Butane	0,45
Етан Ethane	0,47
Етилен	0,80

Ethylene	
Газолін Gasoline	0,40
Гептан Heptane	0,46
Водень Hydrogen	3,12
Реактивне паливо, клас JP-1 Jet fuel, grade JP-1	0,40
Метан Methane	0,40
Пентан Pentane	0,46
<b>Пропан</b> <b>Propane</b>	<b>0,46</b>
Толуол Toluene	0,41

Зміна №2 ДСТУ-Н Б EN 1991-1-7:2010

Сторінка 26

Код УКНД: 91.080.10

**Ключові слова:** безпека, вибухи, матеріали, надійність, навантаження, проектування, ризику, стратегії.

Генеральний директор ТОВ «Український інститут сталевих конструкцій ім. В.М. Шимановського», д.т.н., проф.

О. Шимановський

Заступник генерального директора з наукової роботи, д.т.н., проф.

В Гордеєв

Науковий керівник розробки, заступник голови ТК 301

В. Адріанов

Завідувач відділу НДВТР

О. Кордун

Завідувач групи НТД

Я. Лимар

Провідний редактор-перекладач

В. Гаврилова

Перекладач

К. Павлова