

Л. В. Коломієць<sup>1</sup>, д.т.н., А. І. Новікова<sup>1</sup>, Р. В. Злобін<sup>2</sup>, В. І. Новіков<sup>2</sup><sup>1</sup>Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса<sup>2</sup>Державне підприємство «Одеський регіональний центр стандартизації, метрології та сертифікації», м. Одеса

## ПОРЯДОК ВИЗНАЧЕННЯ МАСИ ПІСКУ ПО ОБ'ЄМНІЙ ЩІЛЬНОСТІ ПРИ НАВАНТАЖЕННІ ЙОГО В ЗАЛІЗНИЧНІ НАПІВВАГони

В статті обґрунтовується порядок проведення вимірювань з метою визначення об'ємної насипної маси піску, який призначений для перевезення залізничним транспортом з можливим використанням даного матеріалу при розробці національного стандарту на методи випробувань піску для будівельних робіт.

**Ключові слова:** порядок насипної щільності вантажу, твердий навалювальний вантаж, засіб вимірювальної техніки, лабораторна проба, насипна щільність, показник насипної щільності вантажу, контроль, технічні вимоги, технічна документація.

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з науковими і практичними завданнями.** Починаючи з минулого року, ціна на пісок неухильно зростає, але, незважаючи на це, споживчий попит, як приватних забудовників, так і великих будівельних компаній має позитивну динаміку. Доставка піску традиційно здійснюється за допомогою відкритих залізничних вагонів або в автомашині згідно з затвердженими в установленому порядку Правилами перевезення вантажів відповідними видами транспорту. Пісок в залізничних вагонах транспортується згідно вимог ДСТУ Б В. 2.7 – 131 : 2007 (1) та Правил перевезення вантажів і технічних умов навантаження та кріплення вантажів, затверджених Державною адміністрацією залізничного транспорту України «Укрзалізниця». Вагони необхідно навантажувати з урахуванням повного використання їх вантажопід'ємності. Визначення маси вантажів виконується зважуванням на вагонних вагах.

Зважування вантажів забезпечується:

- перевізниками при забезпеченні ними навантажування та розвантажування в визначених місцях;

- вантажовідправниками, вантажоотримувачами при забезпеченні ними навантаження та розвантаження в визначених місцях і на залізничних коліях не загального призначення.

Із сказаного вище можна зробити висновок, що визначення маси навальних вантажів, навантаження яких проводиться на залізничних коліях не загального користування, виконується вантажовідправниками. Зі своєї сторони перевізник має право вимагати від вантажовідправника навантаження вагонів до їх повної вантажопід'ємності. Саме виходячи з цих умов, і виникає

можливість перевантаження вагонів. В основі її виникнення лежать фізичні властивості вантажів, які впливають на значення маси вантажів у вагоні і проявляються при певних кліматичних умовах. Навальні вантажі, як і любі інші вантажі, володіють цілим рядом фізико-хімічних властивостей. Дані властивості не тільки характеризують стан вантажу, але і відображають його здатність взаємодії з оточуючим середовищем. На основі фізико-хімічних властивостей визначають умови зберігання та перевезення вантажів. До піску пред'являються вимоги такі як гранулометричний склад, гігроскопічність, вологість, пористість щільність, коефіцієнт фільтрації, тощо. І серед цих умов велика роль відводиться визначенню об'ємної насипної ваги. Порядок визначення об'ємної насипної ваги (насипної щільності) (далі – насипна щільність) піску, який призначений для перевезення залізничним транспортом, розглянуто в даній статті. Показник насипної щільності вантажу – це характеристика (показник), яка відображається у документах на вантаж при залізничних перевезеннях. А характеристика – це властивість, що може бути визначена з використанням лабораторної проби, тобто проби, яка призначена для випробування, та засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) – технічних засобів, які використовуються під час вимірювань і мають нормовані метрологічні характеристики.

**Метою роботи** є розробка порядку визначення насипної щільності піску, який може бути використаний для підприємств, які здійснюють визначення маси вантажу з забезпеченням безпеки залізничних перевезень.

**Аналіз розробки порядку визначення насипної щільності піску, вибір ЗВТ і допоміж-**

**ного обладнання та методу вимірювання.** Розробку порядку визначення насипної щільності вантажу починають з аналізу об'єкту, умов і мети вимірювання та встановлення моделі об'єкту вимірювання (ОВ), в даному випадку – піску. Під моделлю розуміють формалізований опис ОВ, що базується на сукупності вже відомих знань про ОВ і достатньо однозначно і точно відображає його властивості в даних умовах і для поставленої мети. При цьому вибираються такі параметри або характеристики вимірюваних величин моделі ОВ, які найбільш близько відповідають меті вимірювання. Неповна адекватність відображення моделлю властивостей об'єкту є джерелом принципових похибок моделі, для оцінки яких експериментальними або розрахунковими методами необхідно використовувати всі можливості. Похибками моделі можна знехтувати, якщо вони не перевищують 10% від допустимої похибки вимірювання.

Вибір ЗВТ визначається вимірюваною величиною, вибраним методом і необхідною точністю результату вимірювання (нормами точності). Вимірювання з використанням ЗВТ недостатньої точності малоцінні, так як можуть бути причиною неправильних висновків. Використання більш точних ЗВТ економічно недоцільно. Враховують також при виборі ЗВТ діапазон змін вимірюваної величини, умови вимірювання, експлуатаційні властивості ЗВТ, їх ціну. Але основну увагу приділяють похибкам ЗВТ. При цьому повинні бути виконані наступні умови:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{\text{мод}} + \Delta_{\text{м}} + \Delta_{\text{звт}} + \Delta_{\text{ум}} + \Delta_{\text{о}} \leq \Delta_{\text{д}}$$

де граничні похибки:

$\Delta_{\text{мод}}$  – похибка моделі вимірювання;

$\Delta_{\text{м}}$  – похибка методу вимірювання;

$\Delta_{\text{звт}}$  – похибка ЗВТ;

$\Delta_{\text{ум}}$  – додаткові похибки, обумовлені дією впливових факторів умов вимірювання;

$\Delta_{\text{о}}$  – похибка оператора;

$\Delta_{\text{д}}$  – гранично допустима похибка результатів вимірювання.

Такий критерій вибору ЗВТ достатньо надійний.

Для виконання визначення насипної щільності вантажу використовують:

- ємності місткістю 5,0 дм<sup>3</sup>, 10,0 дм<sup>3</sup>, 20,0 дм<sup>3</sup> згідно ГОСТ 1770 (5);

- ваги середнього класу точності згідно ДСТУ EN 45501(6);

- лінійка вимірювальна металева згідно ДСТУ ГОСТ 427 (7);

- шпатель.

Примітка: Засоби вимірювальної техніки, які застосовуються для виконання вимірювань, повинні бути повірені та мати діючі відбитки тавр чи свідоцтва про повірку. Вибір методу вимірювання визначається прийнятою моделлю ОВ та вибраними ЗВТ. Під методом вимірювання розуміють прийом або сукупність прийомів зрівняння вимірюваної величини з її одиницею або шкалою згідно з реалізованим принципом вимірювання. При виборі методу вимірювання намагаються досягти того, щоб похибка методу вимірювання, тобто складова систематичної похибки вимірювання, не перевищувала 30 % від похибки методу. Вибір методу вимірювання і ЗВТ практично проходить одночасно.

**Виклад основного матеріалу.** Насипна щільність використовується для визначення маси навалювальних вантажів розрахунковим методом. Навалювальні вантажі складаються з великої кількості часток різних розмірів і форми. Визначення маси піску по об'ємній щільності забезпечується з допустимою похибкою  $\pm 10 \text{ кг/м}^3$ . При виконанні вимірювання застосовуються прямі методи вимірювання маси та об'єму і методи безпосередньої оцінки результатів вимірювань. При виконанні вимірювань насипної щільності повинні дотримуватись правила безпеки і виробничої санітарії для підприємств і організацій відповідно до вимог ГОСТ 12.1.005 (2), ГОСТ 12.3.002 (3), правила пожежної безпеки відповідно до вимог ГОСТ 12.1.004 (4).

До виконання вимірювань насипної щільності допускають фахівців, що мають вищу або середню спеціальну освіту та досвід роботи з проведення геометричних, механічних вимірювань та вимірювань об'єму. Фахівці повинні бути ознайомлені з нормативною експлуатаційною документацією на ЗВТ, які застосовуються для виконання вимірювань та ознайомлені з даним порядком виконання робіт.

При виконанні вимірювань насипної щільності необхідно дотримуватись наступних умов:

- температура навколишнього середовища повинна знаходитися в межах  $(20 \pm 10) \text{ }^\circ\text{C}$ ;

- відносна вологість повинна бути в межах  $(60 \pm 20) \%$ .

#### **Підготовка до виконання вимірювання**

При підготовці до проведення вимірювань виконують наступні операції:

- Перевіряють чистоту внутрішніх поверхонь напіввагону.

- Виконують операції по підготовці ваг до роботи відповідно до вимог технічної документації на ваги.

- Готують лабораторну пробу без роздроблення з метою зберігання характеристик вантажу.

#### Організація і порядок проведення вимірювання

Вимірювання проводять у наступному порядку:

1. Визначають масу порожньої ємності ( $M_2$ ), кг.
2. Засипають дослідну пробу в ємність об'ємом більше, ніж об'єм ємності до створення конуса.
3. За допомогою шпателя відділяють надлишок вантажу з поверхні ємності.
4. Визначають масу ємності, яка заповнена дослідним вантажем, ( $M_2$ ), кг.
5. Розраховують масу вантажу, ( $M_2 - M_1$ ), кг.
6. Вимірювання виконують не менше трьох раз.
7. Результати вимірювань заносять до протоколу визначення насипної щільності (обов'язковий додаток А).

#### Обробка та оформлення результатів вимірювань

Розрахунок насипної щільності  $d_n$  проводять за формулою (1):

$$d_n = \frac{(M_2 - M_1) \cdot 1000}{V_n}, \quad (1)$$

де:  $M_1$  – маса порожньої ємності, кг;

$M_2$  – маса ємності, яка заповнена дослідним вантажем, кг;

$V_n$  – об'єм ємності,  $\text{дм}^3$ ;

$n$  – кількість вимірювань.

Величину середнього арифметичного значення насипної щільності розраховують за формулою (2):

$$d_{cp} = \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_n}{n}, \quad (2)$$

де:  $d_1, d_2, \dots, d_n$  – значення насипної щільності, яке визначено шляхом проведення  $n$  вимірювань.

Значення насипної щільності округляють до другого десятинного знаку.

Усі результати вимірювань заносять до протоколу визначення насипної щільності, форма якого додається в додатку А.

**Порядок розрахунку об'ємної маси та висоти навантаження вантажу (пісок) при розміщенні його у залізничних напіввагонах за**

#### обміром

Об'ємна маса навантаженого вантажу ( $V_{ван}$ ) у напіввагоні визначається за формулою (3):

$$V_{ван} = M / d, \quad (3)$$

де:  $M$  – вантажопідйомність напіввагону, яка визначена технічною характеристикою моделі напіввагону, або нанесена трафаретом на напіввагон;

$d$  – насипна щільність вантажу, визначена за формулою (2).

Висота навантаження вантажу від підлоги напіввагону ( $H_{нас}$ ) визначається по формулі (4):

$$H_{нас} = V_{ван} / S_{під}, \quad (4)$$

де:  $V_{ван}$  – об'єм вантажу у напіввагоні,  $\text{м}^3$ ;

$S_{під}$  – площа підлоги напіввагону,  $\text{м}^2$ .

Площа підлоги напіввагону визначається по формулі (5):

$$S_{під} = L_{вн} \cdot B_{вн} \quad (5)$$

де:  $L_{вн}$  – внутрішня довжина напіввагону, м;

$B_{вн}$  – внутрішня ширина напіввагону, м.

Розміри внутрішньої довжини і ширини напіввагону зазначаються у технічній характеристиці моделі напіввагону або визначаються замірами.

Розрахунки визначення маси вантажу (пісок) за обміром при навантаженні його у залізничні напіввагони наведено в таблиці (додаток Б).

#### Висновки

1. Згідно розглянутого в статті Порядку навантаження вантажу (пісок) у напіввагони, маса якого визначається за обміром необхідно:

– перед навантаженням напіввагону визначити висоту навантаження вантажу у напіввагоні від підлоги, в залежності від моделі та вантажопідйомності напіввагону по таблицям (“Порядок визначення ваги вантажу піску в напіввагоні по об'ємній масі вантажу та висоті навантаження вантажу від підлоги напіввагона”, додаток Б);

– на визначеній висоті нанести смугу нелегкостираючим матеріалом рівня навантаження;

– після закінчення навантаження вантаж рівномірно відповідно до нанесеної смуги розрівнюється по всій площині напіввагону, щоб не було бугрів і виїмок, як на поверхні так і по кутам напіввагону;

– в перевізних документах, які оформлюються залізницею проставляється відмітка «за обміром», а на зворотній стороні перевізного документа проставляється відмітка: «Вантаж навантажено згідно порядку визначення об'ємної на-

сипної ваги (насипної щільності) піску, при навантаженні їх в залізничні напіввагони».

2. Так як сьогодні в Україні відсутній національний стандарт, крім ГОСТ 8735 (8), то розглянутий у статті «Порядок визначення маси піску по об'ємній щільності при навантаженні його в залізничні напіввагони» може бути використано при розробці національного стандарту на методи випробувань на пісок для будівельних робіт при навантаженні його в залізничні напіввагони.

**Список використаних джерел**

1. ДСТУ Б В. 2. 7 – 131 Пісок кварцовий. Технічні умови.
2. ГОСТ 12.1.005 ССБТ. Общие санитарно – гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
3. ГОСТ 12.3.002 ССБТ. Процессы

производственные. Общие требования безопасности.

4. ГОСТ 12.1.004 Пожарная безопасность. Общие требования.

5. ГОСТ1770 Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Общие технические условия.

6. ДСТУ EN 45501:2007 Прилади неавтоматичні зважувальні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань (EN45501:1992, IDT).

7. ДСТУ ГОСТ 427:2009 Линейки измерительные металлические. Технические условия.

8. ГОСТ 8735 (СТ СЭВ 5446. Изм. №2). Песок для строительных работ. Методы испытаний.

*Надійшла до редакції 17.11.2014*

**Рецензент:** д.т.н., доцент Боряк К.Ф., Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса.

**ДОДАТОК А**  
(обов'язковий)

**Протокол визначення насипної щільності вантажів**

ПРОТОКОЛ ВИЗНАЧЕННЯ НАСИПНОЇ ЩІЛЬНОСТІ № _____		« _____ » « _____ » 200__ р.		
		номер Дата		
Назва вантажу				
Місце проведення вимірювання	назва лабораторії, яка виконувала вимірювання			
Умови проведення вимірювання	Температура навколишнього середовища, град			
	відносна вологість, %.			
ЗВТ та ВО, які застосовуються під час проведення вимірювань				
Назва та умовне позначення	Дата повірки	Метрологічні та точності характеристики		
Результати вимірювань	Вимірювання (n)			
	1	2	3	N
Маса порожньої ємності (M <sub>1</sub> ), кг				
Маса ємності, яка заповнена дослідним вантажем (M <sub>2</sub> ), кг				
Маса вантажу (M <sub>2</sub> -M <sub>1</sub> ), кг				
Об'єм ємності (V <sub>n</sub> ), дм <sup>3</sup>				
Насипна щільність, (d) кг/м <sup>3</sup> $d_n = \frac{(M_2 - M_1) \cdot 1000}{V_n}$	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>n</sub>
Середнє арифметичне значення насипної щільності, d <sub>ср</sub> , кг/м <sup>3</sup> $d_{ср} = (d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n) / n$				
Примітки.				
Відповідальні виконавці	(посади)	(підпис)	(ПШБ)	
	(посади)	(підпис)	(ПШБ)	
Керівник	М.П.		(ПШБ)	



ДОДАТОК Б  
(обов'язковий)

Порядок визначення ваги вантажу піску в напіввагоні по об'ємній масі вантажу та висоті навантаження піску від підлоги напіввагона, вантажовідправник «...» 200 р.

№ п/п	Модель вагона	Вантажопідйомність вагона, М, т	Внутрішні розміри вагона			Площа підлоги вагона, $S = L \times H$ , м	Об'єм вагона, $V = S \times H$ , м	Об'ємна насипна вага, $\gamma$ , т/м <sup>3</sup>	Об'єм піску у вагоні, $V_{\text{п.п.}} = \frac{M}{\gamma}$ , м <sup>3</sup>	Висота навантаження, $H_{\text{нап.}} = \frac{V_{\text{п.п.}}}{S}$ , м
			Довжина, $L_{\text{вн.}}$ , м	Ширина, $B_{\text{вн.}}$ , м	Висота, $H_{\text{вн.}}$ , м					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										

Відповідальні виконавці

\_\_\_\_\_ посада \_\_\_\_\_ підпис \_\_\_\_\_ П.І.Б.  
\_\_\_\_\_ посада \_\_\_\_\_ підпис \_\_\_\_\_ П.І.Б.

Керівник

\_\_\_\_\_ посада \_\_\_\_\_ підпис \_\_\_\_\_ П.І.Б.

Л. В. Коломиєц, д.т.н., А. І. Новикова, Р. В. Злобин, В. І. Новиков

**ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССЫ ПЕСКА ПО ОБЪЕМНОЙ ПЛОТНОСТИ ПРИ ПОГРУЗКЕ ЕГО В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ПОЛУВАГОНЫ**

В статье обосновывается порядок проведения измерений с целью определения объемной насыпной массы песка, который предназначен для перевозки железнодорожным транспортом с возможным использованием данного материала при разработке национального стандарта на методы испытаний песка для строительных работ.

**Ключевые слова:** порядок насыпной плотности груза, твердый навалочный груз, средство измерений, лабораторная проба, насыпная плотность, показатель насыпной плотности груза, контроль, технические требования, техническая документация.

L. V. Kolomiets, DSc, A. I. Novikova, R. V. Zlobin, V. I. Novikov

**PROCEDURE FOR DETERMINING THE MASS OF SAND ON WHEN LOADING A BULK DENSITY OF ITS IN OPEN WAGONS**

The article establishes the procedure for the measurement to determine the volume of bulk mass of sand, which is designed to transport by rail with the possible use of the material in the development of national standards for test methods of sand for construction work.

**Keywords:** order bulk density cargo, solid bulk cargo, measurement, laboratory sample, bulk density, bulk density index cargo control, technical specifications, technical documentation.