(cc) BY

Алексеев Антон Владимирович
канд. техн. наук, доцент
Полукарова Ирина Николаевна
студентка
ФГБОУ ВО «Самарский государственный
университет путей сообщения»
г. Самара, Самарская область

АНАЛИЗ ПРИЧИН НЕДОИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРУЗОПОДЪЁМНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЦИСТЕРН ДЛЯ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ

Аннотация*: статья посвящена актуальной транспортной проблеме – повышению эффективности загрузки железнодорожных цистерн сыпучими продуктами. Авторами на конкретных примерах проводится анализ причин недоиспользования грузоподъёмности железнодорожной цистерны-цементовоза при гравитационном способе загрузки.*

Ключевые слова*: транспорт, сыпучий груз, цистерна-цементовоз, гравитационная загрузка, грузоподъёмность, угол естественного откоса груза, коэффициент использования грузоподъёмности вагона.*

Серьезной проблемой, возникающей при бестарной перевозке сыпучих грузов в вагонах-цистернах, является неполное использование геометрического объёма котла, а, следовательно, и конструктивно установленной грузоподъёмности вагонов.

Анализ данных с пунктов погрузки-выгрузки сыпучих грузов показывает, что грузоподъёмность железнодорожных цистерн при транспортировке сыпучих продуктов используется неполностью. Так, например, в цистернах-цементовозах грузоподъёмностью 61 тонна перевозится всего лишь 45 тонн бентопорошка, 49 тонн глинозёма и 51 тонна цемента.

Причиной этого является заполнение объёма котла грузом не более, чем на 80–85%. Кроме того, в процессе эксплуатации происходит частое изменение

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

мест погрузки цистерн, отличающихся разнообразием свойств загружаемых грузов, а также способов и параметров загрузки.

Проведённые авторами наблюдения на пунктах погрузки-выгрузки сыпучих грузов выявили следующее. После загрузки в котле цистерны формируется сложное тело – конус, ограниченный конической поверхностью с замкнутой направляющей и цилиндрической поверхностью у оболочки котла (основание конуса).

Объём сыпучего тела в принятой системе координат составляет (рис. 1):

$$V_{\text{гр}} = 4\int_{0}^{z} dz \int_{y_0}^{y_2} S(y,z)\ dy - V_{\text{пр}}, \tag{1}$$

$$\int_{y_0}^{y_2} S(y,z)dy = \int_{y_0}^{y_1} \sqrt{y^2 \text{ctg}^2\alpha - z^2}\, dy + \int_{y_1}^{y_2} \sqrt{2R_y - y^2}\, dy, \tag{2}$$

$$y_0 = z\ \text{tg}\alpha, \tag{3}$$

$$y_1 = R\sin^2\alpha + \sin\alpha\sqrt{z^2 + R^2\sin^2\alpha}, \tag{4}$$

$$y_2 = 2R, \tag{5}$$

где $V_{\text{пр}}$ – объём котла, занимаемый элементами пневматической системы разгрузки.

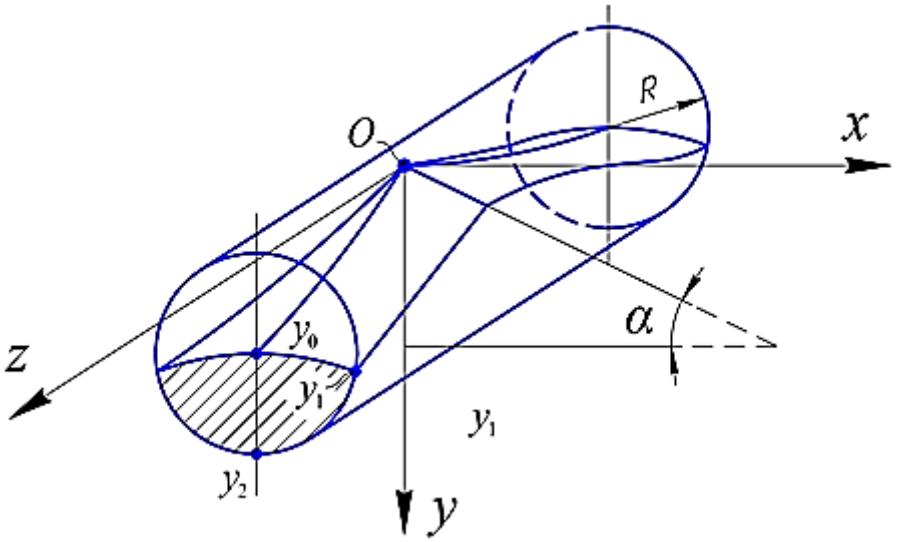

Рис. 1. Расчётная схема определения объёма сыпучего груза в котле цистерны при гравитационной загрузке

Анализ выражения (1) показывает, что объём сыпучего груза в котле зависит от угла α естественного откоса груза. Интегрированием выражения (1)

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

авторами получена формула для определения $V_{гр}$. Указанную формулу, ввиду громоздкости, здесь не приводим.

Объём сыпучего груза в котле и масса $m_{гр}$ груза связаны известной зависимостью, м^3

$$V_{гр} = m_{гр} / \rho \,, \tag{6}$$

где ρ – насыпная плотность сыпучего груза, м^3.

Коэффициент использования грузоподъёмности вагона-цистерны

$$K_з = \frac{m_{гр}}{P_{гр}} = \frac{V_{гр}\rho}{P_{гр}} \,, \tag{7}$$

где $P_{гр}$ – грузоподъёмность вагона-цистерны, $P_{гр}$ = 61 т.

В таблице 1 приведены рассчитанные по формуле (7) значения $K_з$ для бентопорошка, глинозёма и цемента.

Таблица 1

Показатели использования грузоподъёмности цистерны-цементовоза при гравитационной загрузке через один люк

Наименование груза	Угол α естественного откоса, град	Масса $m_{гр}$ груза в котле, т	Коэффициент $K_з$.
Цемент	12 – 15	51	0,85
Глинозём	15 – 17	49	0,81
Бентопорошок	21 – 23	45	0,71

Анализ данных таблицы 1 показывает, что величины $K_з$ и α связаны обратной зависимостью. Кроме того, как следует из формулы (7), величина коэффициента $K_з$ прямо пропорциональна насыпной плотности ρ сыпучего груза.

Следовательно, расхождения в значениях $m_{гр}$ для различных сыпучих грузов является следствием различия их физико-механических свойств, определяющими из которых являются угол естественного откоса α и насыпная плотность ρ.

Для повышения коэффициента $K_з$ пункты гравитационной отгрузки сыпучих грузов в цистерны должны быть оборудованы специальными приспособлениями – разбрасывателями вертикального потока груза. Их применение улучшает равномерность заполнения внутреннего объёма котла цистерны сыпучим грузом, а, следовательно, повышает фактическую массу груза $m_{гр}$ в котле.

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

Список литературы

1. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. – М.: Наука, 1977. – 870 с.

2. Пастухов И.Ф. Вагоны: учебник для техникумов железнодорожного транспорта / И.Ф. Пастухов, В.В. Лукин, Н.И. Жуков. – М.: Транспорт, 1988. – 280 с.

3. Плюхин Д.С. Погрузочно-разгрузочные работы с насыпными грузами: справочник / Д.С. Плюхин, Е.Г. Угодин, Е.А. Иконников [и др.]. – М.: Транспорт, 1989. – 303 с.

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)