

Анализ способов экспресс-замера объемов сыпучих сред

А.А. Ватагин, А.Е. Лебедев, С. Суид, Н.В. Бадаева, И.С. Шеронина

Ярославский государственный технический университет, Ярославль

Аннотация: В статье приведен обзор наиболее распространенных способов замера объема (массы) сыпучих материалов, используемых в настоящее время в различных отраслях промышленности. Произведен сравнительный анализ изложенных в статье методов оценки. Установлено, что современные способы вычисления объемов сыпучих сред обладают рядом существенных недостатков, наличие которых существенно сказывается на качестве продукции и ее стоимости. Выявлено, что наиболее целесообразно осуществлять замер объема сыпучих сред непосредственно в таре или кузове автомобиля с учетом основных характеристик материала — влажности, насыпной и истинной плотности, температуры и фракционного состава.

Ключевые слова: сыпучие материалы, объем, масса, экспресс-метод, плотность, взвешивание

Оценка количества сыпучих сред, находящихся в емкости, таре или на некоторой поверхности является одной из наиболее необходимых и востребованных операций во многих отраслях промышленности [1-10]. Однако, несмотря на кажущуюся простоту замера, данная задача чрезвычайно сложна и во многих случаях неосуществима. Причинами этого является то, что зачастую емкости или тара с сыпучими компонентами, поставляемые заказчику, содержат меньшее количество материала, чем заявлено. В случае дорогостоящих материалов это приводит к существенным потерям. Наибольшие трудности возникают, когда сыпучий компонент находится в кузове самосвала, а еще хуже, когда уже высыпан на землю, поверхность которой практически всегда неровная. Очень часто недобросовестные поставщики завышают объем поставляемого материала засыпкой с «горкой», размер которой трудноопределим, наращиванием или срезанием бортов кузовов и т.д. Взвешивание автомобиля или груза также не решает проблемы, так как известны случаи добавления воды или других веществ в кузов, прикрепления к его днищу различных предметов,



повышающих массу, и т.д. В связи с этим разработка экспресс методики оценки количества сыпучих сред является актуальной.

Несмотря на то, что в настоящее время существует достаточно большое количество дозирующей и измерительной аппаратуры в крупнотоннажном производстве и строительной отрасли, где сыпучие среды доставляются автомобильным или железнодорожным транспортом, возможность экспресс-оценки количества практически отсутствует [2-4].

Рассмотрим основные методы оценки количества сыпучих сред.

Одним из наиболее простых способов является геодезическая съемка при помощи электронного тахеометра — устройства для измерения расстояний и угловых координат [2-4, 6-10].

Принцип замера расстояний в данных аппаратах базируется на разности фаз испускаемого и отраженного светового потока, или времени его прохождения до отражателя и обратно. С целью получения сведений по объему материала, полученные сигналы обрабатываются при помощи прикладных программ. Качество измерения данных устройств зависит от технических параметров тахеометра, а также характеристик сыпучей среды: температуры, давления, влажности.

Основным недостатком данного вида замера является невысокая точность и скорость измерений.

Кроме геодезической съемки достаточно часто применяется лазерное сканирование [4]. Этот метод является бесконтактной технологией 3D-измерения поверхностей. Достоинства этого метода состоят в высокой детальности, скорости и точности измерений.

Достаточно часто в качестве приборов для измерения количества сыпучих сред используют датчики уровня, которые делятся на сигнализаторы и уровнемеры [5].

Первые предназначены для получения сигнала при достижении материалом заданного уровня. Уровнемеры выдают сведения об уровне сыпучего компонента непрерывно или периодически. Уровнемеры также бывают контактного и бесконтактного типа.

Визуальный метод определения количества сыпучих сред является самым быстрым, но неточным [6]. В этом случае приборы и специальные устройства не применяются, от замерщика требуются только определённые навыки, а значит влияние человеческого фактора очень существенно. Такой способ подходит для любого производства, где точность не является главным критерием.

Теоретический расчет состоит в вычислении разницы количества поступающего и вывозимого сыпучего. Данный метод является достаточно точным практически для любого производства.

Существуют также способы, основанные на использовании рентгеновского излучения [7]. В данном способе первичное рентгеновское излучение формируют при помощи панорамного генератора, позволяющего получать мощное излучение.

Отраженное излучение фиксируют двумя датчиками и получают интегральные параметры, на основе которых с использованием математических моделей устанавливают плотность и объем объекта контроля.

В таблице 1 представлено сравнение существующих методов (максимальное значение 10 баллов).

Таблица 1 – Сравнение существующих методов измерения объема сыпучих материалов

	Геодезическая съёмка	лазерное сканирование	Датчики уровня сыпучих материалов	Теоретический расчет	рентген
Периодичность	5	5	6	9	6
Точность	7	10	8	5	7
Оперативность	8	7	6	9	3
Трудозатратность	8	9	3	10	4
Стоимость	7	10	10	3	3

Проведенный обзор существующих способов замера объема сыпучих материалов показал, что в настоящее время имеется много разнообразных способов, как контактных, так и бесконтактных. Каждый из способов по-своему имеет свои достоинства, хоть и не лишен недостатков. Использование того или иного способа обусловлено критериями, указанными в таблице 1, а также объемами сыпучих материалов.

Существующие изобретения в большей степени относятся к стационарным, поэтому целью дальнейшего исследования будет являться создание устройства и метода по экспресс оценке объема (массы) сыпучих материалов, которые можно использовать для оценки объемов или масс сыпучих грузов в кузове автомобиля или в других емкостях, а также находящихся на поверхности земли.

Литература

1. Зайцев А. И., Лебедев А. Е., Бадаева Н. В., Романова Н. М. Анализ методов разогрева агломератов «старого» асфальтобетона и



описание струйного способа // Инженерный вестник Дона, 2015, № 2 ч.2
URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/3052.

2. Лебедев, А. Е., Зайцев А.И., Петров А.А. Метод оценки коэффициента неоднородности смесей сыпучих сред // Инженерный вестник Дона, 2014, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2556.

3. Верлока, И.И., Капранова А.Б., Лебедев А.Е. Современные гравитационные устройства непрерывного действия для смешивания сыпучих компонентов // Инженерный вестник Дона, 2014, – № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2014/2599.

4. Kapranova, A. B. The optimization problem of the curvilinear blades from in the powder densification set-up. / A.B. Kapranova, A.I. Zaitzev., A.V. Bushmelev., A.E. Lebedev// CHISA 2006 : The 17-th Int. Congr. of Chem. Eng., Chem Equip., Desing and Automation. - Praha, Czech. Repablic, 2006. –P. 1080.

5. Rittinger, P. R. Lehrbuch der Aufbereitskunde / P. R. Rittinger - Berlin, 1867. - 595 p.

6. Патент РФ №2529648, МПК G01N9/00 Способ и устройство для радиационного измерения плотности твердых тел / Глебов М.В., Оpubл. 27.09.2014.

7. Перфилов В.Ф., Скогорева Р.Н., Усова Н.В. Геодезия. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2006. -350 с.

8. Середович В. А. и др. Наземное лазерное сканирование / Новосибирск: СГГА, 2009. – 261 с.

9. Середович А. В. Методика создания цифровых моделей объектов нефтегазопромислов средствами наземного лазерного сканирования / Новосибирск, 2007, 165 с.

10. Кулаков М. В., Технологические измерения и приборы для химических производств. - М., 1983, 270 с.

References

1. Zaytsev A. I., Lebedev A. E., Badaeva N. V., Romanova M. N. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №2 part 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/3052.
2. Lebedev A. E., Zaitsev A. I., Petrov A. A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2556.
3. Verloka I.I., Kapranova A. B., Lebedev A. E. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014, № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2014/2599.
4. Kapranova, A. B., Zaitzev A.I., Bushmelev A.V., Lebedev. A.E. The optimization problem of the curvilinear blades from in the powder densification set-up. CHISA 2006: The 17-th Int. Congr. of Chem. Eng., Chem Equip., Desing and Automation. Praha, Czech. Republic, 2006. P. 1080.
5. Rittinger, P. R. Lehrbuch der Aufbereitskunde. P. R. Rittinger. Berlin, 1867. 595 p.
6. Patent RF №2529648, MPK G01N9/00 Sposob i ustrojstvo dlja radiacionnogo izmerenija plotnosti tverdyh tel [A method and apparatus for radiation measurement of the density of solids] Glebov M.V., Opubl. 27.09.2014.
7. Perfilov V.F. Geodezija [Geodesy] V.F. Perfilov, R.N. Skogoreva, N.V. Usova. Izd. 2-e, pererab. i dop. M.: Vyssh. shk., 2006. 350 p.
8. Seredovich V. A. I dr. Nazemnoe lazernoe skanirovanie [Terrestrial laser scanning]. Novosibirsk: SGGA, 2009. 261 p.
9. Seredovich A. V. Metodika sozdaniya cifrovyyh modelej obektov neftegazopromyslov sredstvami nazemnogo lazernogo skanirovaniya [The technique of creating digital models of objects of oil and gas by means of terrestrial laser scanning]. Novosibirsk, 2007, 165 p.



10. Kulakov M. V., Tehnologicheskie izmerenija i pribory dlja himicheskikh proizvodstv [Technological measurements and devices for chemical production] M., 1983, 270 p.