

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ДАВЛЕНИЯ СТРУИ ПРИ
ИЗМЕРЕНИИ УДЕЛЬНОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ
СЕТКИ ВИБРОСИТА**

В.А. Апрощенко¹⁾, И.Ю. Кичкарь²⁾, Ю.Е. Кичкарь³⁾

1) д.т.н., заведующий кафедрой «Информатики и вычислительной техники» ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» atros.v@yandex.ru

2) к.т.н., доцент кафедры «Наземного транспорта и механики» ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» kichkar@ya.ru

3) к.т.н., доцент кафедры «Систем управления и технологических комплексов» ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» kichkar@ya.ru

Аннотация: в данной статье описано определение погрешности давления струи на дно поддона. Приведена последовательность косвенного измерения удельной пропускной способности сетки вибросита с учетом скоростной погрешности весов и погрешности давления струи на дно поддона.

Ключевые слова: вибросито, передаточная функция, погрешность, пропускная способность.

**DETERMINATION OF THE JET PRESSURE ERROR WHEN
MEASURING THE SPECIFIC CAPACITY OF THE SHALE SHAKER
MESH**

1) Ph. D., head of the chair of computer science and engineering Kuban State Technological University atros.v@yandex.ru

2) Ph. D., associate professor chair of land transport and mechanics Kuban State Technological University kichkar@ya.ru

3) Ph. D., associate professor chair of control system and technological complex Kuban State Technological University kichkar@ya.ru

Annotation: This article describes the determination of the jet pressure error on the bottom of the pallet. The sequence of indirect measurement of the specific capacity of the shale shaker mesh is given taking into account the speed error of the scales and the error of the jet pressure on the bottom of the pallet.

Ключевые слова: shale shaker, transfer function, error, capacity.

Из-за падения бурового раствора с высоты H на дно поддона, возникает систематическая погрешность в измерении массы, вследствие силы давления струи P_H . Эта сила равна [1]:

$$P_H = \rho \cdot Q(t) \cdot v(t), \quad (1)$$

где ρ – плотность бурового раствора, кг/м³;

$Q(t)$ – объемный расход струи, $Q(t) = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{dm(t)}{dt}$

$v(t)$ – скорость струи в момент касания её с дном поддона.

Если принять скорость вытекания жидкости из сетки равной нулю, то

$$v(t) = \sqrt{2 \cdot H \cdot g}. \quad (2)$$

Тогда систематическая погрешность по выходу измерения массы вследствие силы давления падающей струи с учетом выражений (1) и (2) равна

$$\Delta m_H = \frac{P_H}{g} = \sqrt{\frac{2 \cdot H}{g}} \cdot \frac{dm(t)}{dt} = C_H \frac{dm(t)}{dt}. \quad (3)$$

Измеренное значение массы $m_H(t)$, соответствующее выходному сигналу массы измерительного устройства, и истинное значение массы $m(t)$ при наличии скоростной погрешности C_1 [2] и погрешности давления струи (1) и (3) связаны следующим образом:

$$m_H(t) = m(t) + (C_H - C_1) \frac{dm(t)}{dt}. \quad (4)$$

Преобразование сигнала измеренного значения массы $m_H(t)$ в сигнал истинного значения массы $m(t)$, как видно из дифференциального уравнения (4), можно произвести с помощью апериодического звена 1-го порядка, приведенного на рисунке.

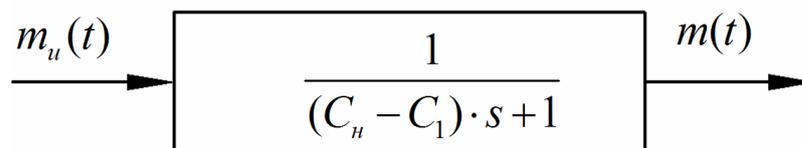


Рисунок 1 – Оператор преобразования сигнала $m_H(t)$ в сигнал $m(t)$

Последовательность действий при косвенном измерении удельной пропускной способности вибросита состоит из двух этапов:

- произвести перед опытом в статике тарировку массоизмерительного устройства образцовыми гирями;

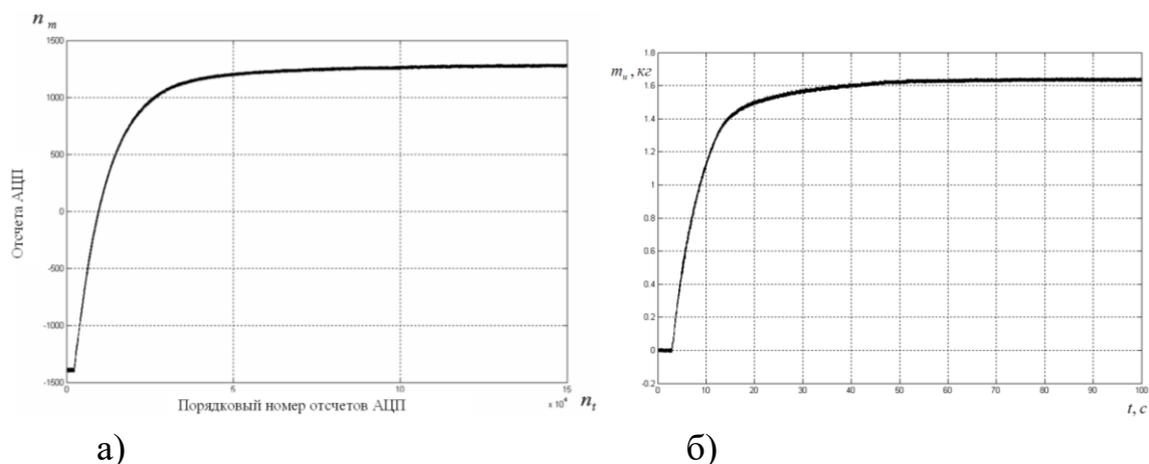
- поместить в измерительную ячейку, закрепленную на раме работающего вибросита, известный объем бурового раствора.

Просеянный раствор падает в поддон, установленный на массоизмерительном устройстве. Выходной аналоговый сигнал этого устройства вводится в ПЭВМ, где преобразуется в цифровой сигнал и запоминается. Длительность записи сигнала должна быть больше длительности процесса просеивания всего раствора, помещенного в измерительную ячейку.

Авторами были проведены модельные исследования по предложенной методике. В качестве АЦП выступала плата L-761 фирмы LCard. Цифровой сигнал, полученный с помощью платы L-761, представляет собой файл данных. Для обработки в среде MatLab он был преобразован программой просмотра файлов данных LGraph.

Для обработки файла данных измеренной массы разработаны прикладные программы [3, 4]. В качестве входных данных в рабочее пространство импортировались данные измеренной массы, график которого приведен на рисунке 2а и данные статической характеристики, полученные в результате тарировки массоизмерительного устройства.

После этого отсчеты файла данных измеренной массы преобразуются по статической характеристике в значения массы. Затем определяется усредненное значение массы на начальном участке и вычитается из всех значений массы, что по сути представляет собой вычитание массы тары. В результате получены значения измеренной массы, изменение которой во времени представлено на рисунке 2б.



а)

б)

Рисунок 2 – Графики измерений

а – график файла данных измеренной массы в отчетах АЦП

б – график изменение измеренной массы во времени

Преобразование сигнала измеренной массы в действительную массу через оператор, приведенный на рисунке 1, производится с помощью программы приложения Simulink, схема которой показана на рисунке 3.

Высота падения раствора H , то есть расстояние от сетки до дна поддона была равна 0,12 м. Коэффициент скоростной ошибки $C_H = 0,155$ с. Разность коэффициентов скоростных ошибок $C_H - C_1 = 0,15$ с, что является постоянной времени аperiodического звена и установлено в качестве параметра звена Transfer Fcn 1 (рисунок 3). Увеличение величины H , в определенных диапазонах повышает фильтрующие свойства этого звена.

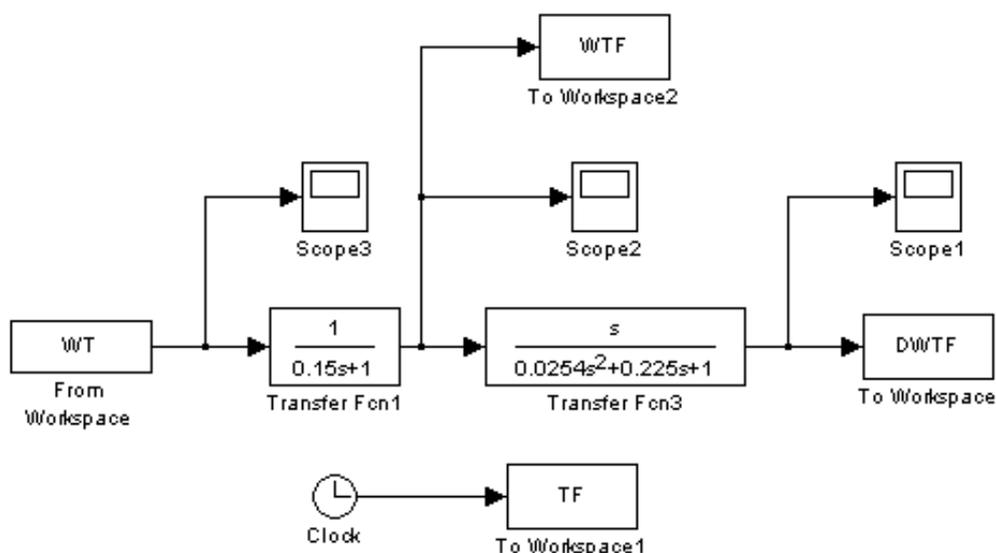


Рисунок 3 – Схема преобразования сигнала измеренной массы в сигнал действительной массы и её производную

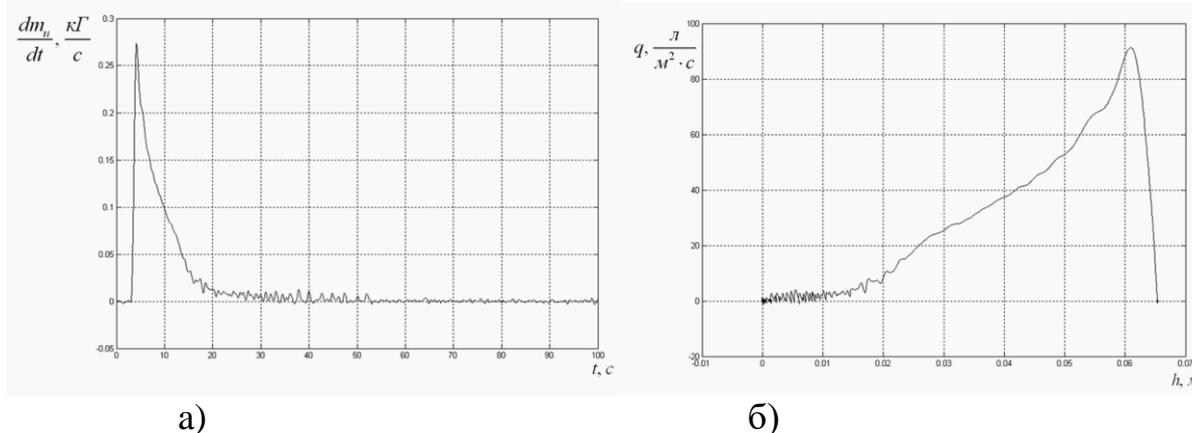
Дифференцирование сигналов, а особенно численное, чрезвычайно чувствительно к высокочастотным помехам. Поэтому блок Transfer Fcn3 (рисунок 3) дифференцирует сигнал WTF в диапазоне частот от 0 до 1 Гц за счет специальной формы знаменателя. Производная сигнала действительной массы представлена на рисунке 4а. Она пересчитывается в удельную пропускную способность вибросита следующим образом:

$$q(h(t)) \frac{10^3}{\rho \cdot S_c} \cdot \frac{dm(h(t))}{dt}. \quad (5)$$

Высота подъема раствора над сеткой вычислялась как:

$$h(t) = \sqrt[3]{\frac{3}{4} \cdot \frac{m_k - m(t)}{\rho} + \left(\frac{a}{2} \operatorname{tg} \theta\right)^3} - \frac{a}{2} \operatorname{tg} \theta. \quad (6)$$

Графики удельной пропускной способности вибросита и высоты слоя раствора на сетке представлены на рисунке 4.



а) Рисунок 4 – Результаты расчета
а – график производной сигнала действительной массы

б – график зависимости удельной пропускной способности вибросита от высоты слоя раствора на сетке

Описанная в настоящей работе методика определения удельной пропускной способности позволяет определить пропускную способность конкретной сетки по конкретному буровому раствору. В связи с бурным развитием рецептур буровых растворов приведенная методика может помочь при компоновке циркуляционной системы новыми видами буровых вибросит [5].

Список использованных источников:

1. Богомолов А.И., Михайлов К.А. Гидравлика. – М.: Стройиздат, 1972. – 648 с.
2. Атрощенко В.А., Кичкарь И.Ю., Кичкарь Ю.Е. Определение скоростной погрешности весов при измерении удельной пропускной способности сетки вибросита // III Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов, преподавателей. Прикладные вопросы точных наук. 60-лет со дня образования Армавирского механико-технологического института – Армавир 2019. С. __-__.
3. Свид. № 2015617448 РФ. Моделирование движения рамы вибросита / Кичкарь Ю.Е., Кичкарь И.Ю., Горишний С.В. – Дата гос. регистр. 10.07.2015.
4. Свид. № 2016618127 РФ. Моделирование динамической механической характеристики асинхронного электродвигателя привода

III Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов,
преподавателей «ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ ТОЧНЫХ НАУК»

III International Scientific Practical Conference of graduate and postgraduate students,
lecturers «APPLIED ISSUES OF EXACT SCIENCES»

01-02 November 2019, Armavir

дебалансного вибровозбудителя / Кичкарь Ю.Е., Осипова С.С. – Дата гос.
регистра. 01.06.2016.

5. Кичкарь Ю.Е., Кичкарь И.Ю. Исследование влияния параметров
колебаний рамы на удельную пропускную способность вибростанции//
Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности.–
2017. –№ 8. –С. 37-40.