



## АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ СИТОВОГО АНАЛИЗА ФОРМОВОЧНЫХ ПЕСКОВ НА АО «НПК «УРАЛВАГОНЗАВОД»

И.А. Кузнецов, С.Н. Медведев (АО «НПК «Уралвагонзавод»),  
Г.Л. Хазан (Уральский федеральный университет)

*Сформулированы проблемы, возникающие при обработке результатов ситового анализа формовочных песков. Для решения указанных проблем создан алгоритм обработки и хранения результатов анализа, использованный в ПО «Гранулометрический калькулятор».*

*Ключевые слова: ситовой анализ, формовочные пески, обработка результатов анализа.*

Гранулометрический анализ в промышленности проводится с целью получения информации о распределении по размерам частиц в дисперсных объектах. Методы гранулометрического анализа весьма разнообразны, но наибольшее распространение получил метод ситового анализа. [1] Данный метод, в частности, используется в литейном производстве для проведения контроля песков (ГОСТ 29234.3-91).

Проведение контроля песка — важная производственная операция, так как гранулометрический состав песчаной основы влияет на свойства формовочной смеси — прочность, податливость, газопроницаемость, осыпаемость и т. д. От данных параметров зависит качество выпускаемых форм и соответственно качество получаемого литья.

Анализ формовочных песков по ГОСТу проводится следующим образом: навеску помещают на верхнее сито комплекта из 12 сит, в котором они расположены в нисходящем порядке. Далее ведут рассев в течение 15 мин. на приборе, снимают сита, остатки песка раздельно с каждого сита количественно переносят на глянцевую бумагу и взвешивают.

ГОСТ 2924.3-91 предусматривает математическую обработку результатов проведенного анализа для вычисления среднего размера зерна и коэффициента однородности. Для этого строят интегральную кривую распределения частиц по размерам: по оси абсцисс откладывают в логарифмическом масштабе размер сторон ячеек сетки в свету, а по оси ординат — в линейном масштабе число частиц меньше данного размера в процентах. Средний размер зерна ( $d_{cp}$ ) соответствует размеру сторон ячеек сетки, через который проходит 50% песчаной основы.

Для определения коэффициента однородности (O) по интегральной кривой находят процентное содержание частиц размером меньше  $4/3 d_{cp}$  и  $2/3 d_{cp}$ . Коэффициент однородности равен разности этих значений.

При обработке результатов ситового анализа вручную возникают следующие проблемы:

- неточность построения графика по лекалу приводит к искажению определяемых характеристик песка;
- обработка результатов занимает длительное время, что приводит к утрате актуальности проводимого анализа (песок к этому времени может уже использоваться в производстве);
- данные о результатах прошлых анализов трудно воспроизводимы, так как не структурированы в базу, что приводит к отсутствию возможности проводить сравнение песков;
- справочные характеристики (ГОСТ 23.409.24-78) песка не вычисляются, так как это занимает дополнительное время.

Одним из решений заявленных проблем является ориентирование персонала на использование информационных систем для обработки, анализа и хранения результатов проведенных работ.

С этой целью на АО «НПК «Уралвагонзавод» разработана и внедрена программа «Гранулометриче-

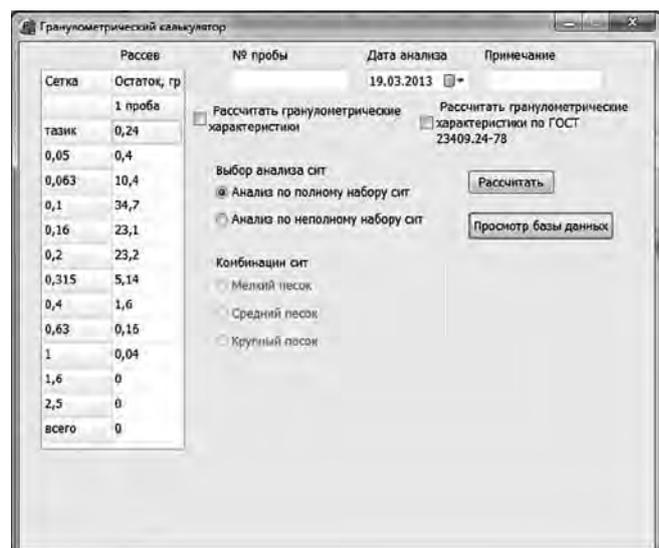


Рис. 1. Главное окно программы «Гранулометрический калькулятор»

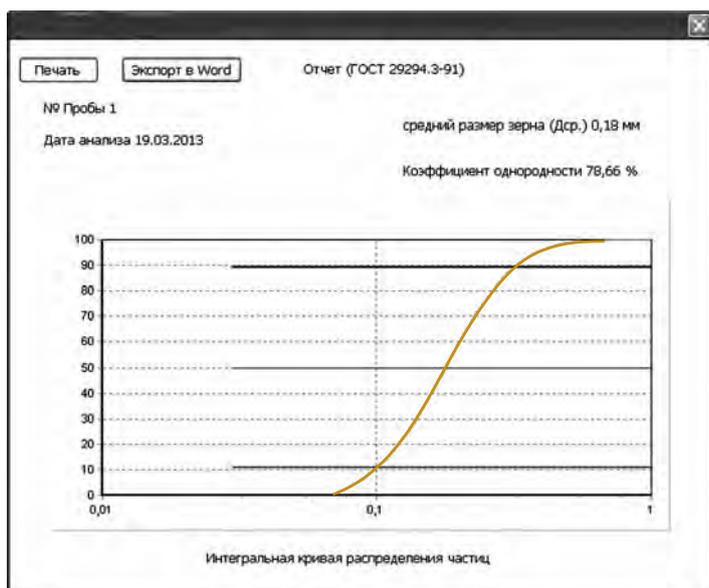


Рис.2. Отчет по ГОСТ 29234.3-91

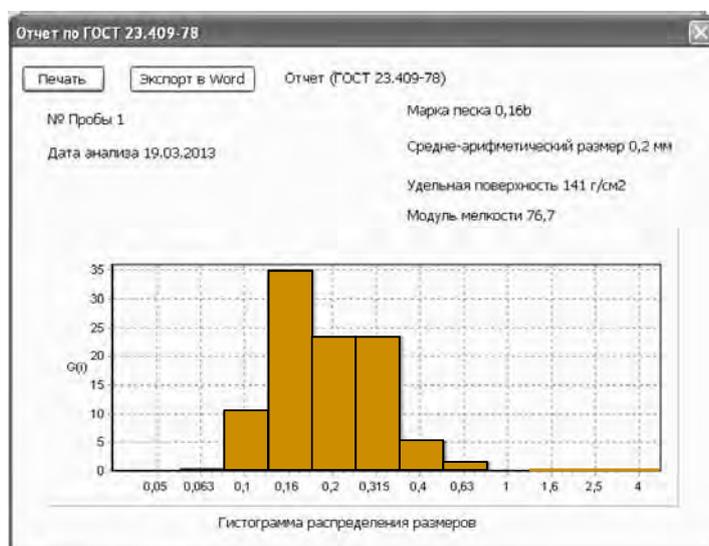


Рис.3. Отчет по ГОСТ 23.409.24-78

ский калькулятор» (свидетельство о гос. регистрации № 2014610530) для обработки результатов ситового анализа по ГОСТ 29294.3-91 и ГОСТ 23.409.24-78 (справочно).

Алгоритм обработки результатов ситового анализа в программном продукте основан на применении методов математической статистики, а именно, аппроксимации кривой распределения ситовых остатков по двум статистическим параметрам:  $\mu$  (математическое ожидание логарифма размера,) и  $\mu = \ln(d_{cp})$  (среднеквадратичное отклонение логарифма размера). [2]

Предлагаемый алгоритм позволяет проводить неполный ситовой анализ (по двум ситам вместо

12) при производственном контроле в условиях дефицита рабочего времени. Данная возможность предусмотрена в разработанной программе.

Для обработки результатов анализа по полному набору сит пользователь вводит значения масс ситовых остатков в соответствующие ячейки (рис. 1). Далее выбирается форма отчета (ГОСТ 2924.3-91 и/или ГОСТ 23.409.24-78) и заполняются исходные данные (номер пробы, дата анализа, название песка).

При выборе отчета по ГОСТ 29234.3-91 рассчитываются характеристики: средний размер зерна (мм); коэффициент однородности (%) и определяется марка песка.

При выборе ГОСТ 23.409.24-78 рассчитываются дополнительные характеристики, используемые как справочная информация для технологов: модуль мелкости (меш); средне-арифметический размер (мм); удельная поверхность ( $\text{см}^2/\text{г}$ ). Также определяется марка песка. Отчетные формы представлены на рис. 2 и 3.

Для удобства оператор имеет возможность провести экспорт полученных данных в Microsoft Word для возможности корректировки и распечатки отчета.

Все результаты анализа песка хранятся в базе данных программы, в которой можно осуществить поиск по всем параметрам, также присутствует функция вывода отчета.

Таким образом, удалось решить ряд проблем, возникающих при проведении обработки результатов ситового анализа формовочных песков. С этой целью создан соответствующий алгоритм и разработана программа для ЭВМ, позволяющая сократить время на обработку результатов анализа, повысить его точность, исключить ошибки, а также снизить время, затрачиваемое на сам анализ.

Так как ошибки в проведении контроля исходных формовочных материалов недопустимы и приводят к браку, применение описанных в статье разработок благоприятным образом отразится на качестве формовочных и стержневых смесей.

#### Список литературы

1. Коузов П.А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов. Ленинград: Химия, 1987. 264 с.
2. Колмогоров А.Н. О логарифмически-нормальном законе распределения размеров частиц при дроблении. ДАН СССР. 1941. т.31. с. 99-101.

**Кузнецов Илья Александрович** – начальник плавильной лаборатории ЦИИМ(35),  
**Медведев Степан Николаевич** – начальник бюро автоматизации механосборочного производства  
 АО «НПК «Уралвагонзавод»,

**Хазан Генрих Леонидович** – канд. техн. наук, доцент кафедры «Литейного производства и упрочняющих технологий» Уральского федерального университета.  
 Контактный телефон (3435) 380-733.  
 E-mail: i.kuznetsov@rambler.ru