

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МНОГОМЕРНОЙ СТАТИСТИКИ ДЛЯ АНАЛИЗА РАСХОДА АНОДНОЙ МАССЫ

Шарыпов Н. А.

научные руководители д-р хим. наук Поляков П.В.,

д-р тех. наук Пискажова Т.В.

Сибирский Федеральный Университет

В технологическом процессе получения алюминия не имеется полной известности об изменениях технико-экономических показателей (ТЭП), в том числе расхода анодной массы в зависимости от изменений сырья и технологии. Имеются лишь разрозненные сведения о зависимости технико-экономических показателей от отдельных переменных процесса. Получение комплексных зависимостей ТЭП от параметров сырья и технологии, несомненно, повысило бы эффективность управления процессом получения алюминия.

Наиболее простым и привлекательным методом получения таких зависимостей является множественная регрессия, полученная по выборке данных. Но основным препятствием применения классического регрессионного анализа является взаимосвязанность, коррелированность многих параметров технологического процесса (мультиколлинеарность). При наличии мультиколлинеарности в данных столбцы матрицы данных становятся близки к линейно-зависимым и следовательно, определитель матрицы данных стремится к нулю. В этих условиях метод наименьших квадратов (МНК), которым находятся коэффициенты регрессии, дает неверные результаты, так как использует деление на этот определитель.

Предлагаются различные способы борьбы с мультиколлинеарностью, например совершенствование МНК, удаление взаимосвязанных данных из анализа, но наиболее универсальным и математически обоснованным методом работы с такими данными считается метод главных компонент.

Выборка данных

Для анализа расхода анодной массы (АМ) выбраны первые два корпуса Надвоицкого алюминиевого завода (КЭБТ №1 и КЭБТ №2). В этих корпусах за рассматриваемый период применялась анодная масса только от одного поставщика, таким образом, была возможность отследить свойства массы по сертификатам от завода-изготовителя. Выборка данных содержала среднемесячные данные с марта 2009 года по октябрь 2010.

Выбор технологических переменных осуществлялся на основе литературных данных и производственного опыта. Многомерный статистический анализ методом главных компонент проводился с использованием ПП Statistica и ПП MS Excel.

Результаты

Рассмотрено применение многомерной статистической обработки данных для анализа расхода анодной массы в зависимости от свойств массы и параметров электролиза. Методом главных компонент из 20 переменных выделены 5 переменных, наиболее влияющих на изменчивость процесса. Определен характер взаимосвязи между технологическими параметрами, а также между технологическими параметрами и расходом АМ.

Получены модели расхода АМ на уровне корпуса со статистически достоверными коэффициентами (исключено влияние мультиколлинеарности

зависимых переменных). Полученные зависимости имеют высокий коэффициент аппроксимации ($R^2 > 0,9$).

Получены зависимости расхода АМ от параметров сырья и технологии электролиза алюминия. Найденное нашим статистическим исследованием влияние параметров на расход АМ соответствует известным экспериментально полученным данным. На основании этих зависимостей выполнена оценка влияния технологических параметров на расход АМ для двух корпусов (таблица 1).

Таблица 1. – Изменение расхода АМ в зависимости от изменения параметров, взятых в анализ

Параметр	Единицы измерения	КЭБТ №1		КЭБТ №2	
		Снижение параметра на 3 СКО*	Изменение расхода АМ, кг	Снижение параметра на 3 СКО	Изменение расхода АМ, кг
УЭС	мкОм·м	6,026	-2,716	6,026	-7,065
Механическая прочность	кг/см ²	15,717	16,941	15,717	33,845
Пористость	%	0,988	9,757	0,988	6,612
Содержание серы	%	0,078	21,424	0,078	24,840
Общая разрушаемость	мг/см ² ·час	5,559	-7,528	5,559	0,244
Окисляемость	мг/см ² ·час	2,951	-5,076	2,951	6,520
Осыпаемость	мг/см ² ·час	3,555	-15,717	3,555	-18,215
Истинная плотность	г/см ³	0,025	-12,396	0,025	-14,020
Выход летучих веществ	%	3,397	17,448	3,397	32,823
Температура размягчения	°С	6,414	17,792	6,414	19,031
Зольность	%	0,075	-29,575	0,075	-30,662
Удельный выход угольной пены	кг/т Аl	16,365	-17,306	17,009	-1,592
Анодная плотность тока	А/см ²	0,015	25,735	0,015	26,509
Температура электролита	°С	6,965	-17,811	7,658	-24,266
Уровень электролита	см	3,048	-13,579	2,573	-17,077
Высота столба анода	см	11,473	45,029	10,447	40,158

* СКО – Среднеквадратическое отклонение.

Модели расхода АМ могут использоваться для принятия технологических решений в оперативном режиме, а также для составления сырьевой корзины при планировании производства алюминия.