

## Построение многомерных моделей для исследования взаимосвязей свойства сплава и параметры технологии

Студент гр. 10404113 Павлович В. С  
 Научный руководитель – Чичко А. Н.  
 Белорусский национальный технический университет  
 г. Минск

Современные технологические процессы и литейного производства представляют собой совокупность взаимосвязанных физико-химических процессов, которые трансформируют исходные параметры технологии в свойства отливок. При этом трансформация параметров технологии в свойства отливок сопровождается изменением большого количества физических параметров, которые определяют весь технологический процесс получения конечного продукта. Для любого процесса важны выбор и оптимизация параметров технологии, обеспечивающих требуемое качество конечного продукта. Эффективным инструментом для решения задач оптимизации технологического процесса является метод математического моделирования. Сущность этого метода заключается в замене реального технологического процесса на модельный, описываемый математическими уравнениями. При этом модель полностью или частично воспроизводит свойства технологического процесса или объекта. Изучая модель, мы изучаем реальный технологический процесс и определяем пути его совершенствования.

*Цель работы* – исследование методами регрессионного анализа многомерных линейных взаимосвязей между свойствами литейного сплава АК5М2 и параметрами технологии.

В качестве математических моделей использовались многомерные уравнения вида:

$$y = \sum_{i=1}^n A_i x_i + A_0,$$

где  $x_i$  – входные характеристики литейной технологии для математической модели;

$y$  – выходные характеристики модели литейных свойств;

$A_i$  – коэффициенты математической модели, определяемые с помощью метода наименьших квадратов;

$i$  – номера коэффициентов математической модели.

Для математического описания модели использовали методы [1].

В качестве исходных данных использовали экспериментальные данные (54 наблюдения) для параметров технологии и свойств сплава АК5М2 (электронный ресурс кафедры машины и технология литейного производства БНТУ по курсу «Основы научных исследований»), фрагмент которых представлен в виде матрицы:

Таблица 1 – Исходные данные

№ п/п	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
1	0,1899	0,0095	0,5511	0,9233	0,8991	0,06	0,03	0,0462	0,1197	0,179
2	0,1399	0,0142	0,7631	0,9151	0,8266	0,0899	0,045	0,0692	0,179	0,2667
3	0,091	0,019	0,9074	0,9038	0,7314	0,1197	0,06	0,0923	0,2377	0,3523
4	0,0434	0,0237	0,9738	0,8897	0,6191	0,1494	0,0749	0,1152	0,2955	0,435
5	0,003	0,0284	0,9603	0,8729	0,4956	0,179	0,0899	0,1382	0,3523	0,5141
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
54	0,8782	0,2299	0,6938	0,9185	0,3498	0,9969	0,7345	0,9552	0,1577	0,9719

Обозначения во входной матрице следующие:  $X_1$  (о.е) – относительная температура заливки;  $X_2$  (о.е) – относительная температура формы;  $X_3$  (о.е) – относительное содержание

железа;  $X_4$  (о.е) – содержание кремния;  $X_5$  (о.е) – относительное содержание покровного флюса;  $Y_1$  (о.е) – относительная рассеянная пористость в сплаве;  $Y_2$  (о.е) – относительная усадка сплава;  $Y_3$  (о.е) – относительная горячеломкость сплава;  $Y_4$  (о.е) – относительная величина объемных раковин сплава;  $Y_5$  (о.е) – относительная жидкотекучесть сплава.

В работе использован следующий алгоритм и пакет анализа MS EXCEL.

Шаг 1: Ввод исходной матрицы в MS EXCEL.

Шаг 2: Использование функции MS EXCEL для вычисления регрессии.

Шаг 3: Вычисление регрессионных коэффициентов  $A_0$ – $A_i$  по исходным данным.

Шаг 4: Анализ адекватности математических моделей с помощью статистических характеристик – коэффициент детерминации  $R^2$  и значение Фишера  $F$  математических моделей.

Таблица 2 – Результаты расчетов

	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$R^2$	$F$
$Y_1$	-0,0469	-0,0039	-1,1883	3,8546	0,0749	-0,0427	0,9787	442,8097
$Y_2$	-0,0117	-0,3410	-0,3161	0,8368	0,0173	0,01283	0,8991	85,5570
$Y_3$	0,5919	-1,5038	1,6985	0,2791	0,5901	-0,1158	0,1806	2,1166
$Y_4$	1,0408	-0,6918	-4,4193	4,0290	-0,6264	0,0117	0,9692	302,8973
$Y_5$	0,9348	12,2800	36,2229	-40,3278	0,4204	-0,8463	0,6962	22,0026

Как видно из таблицы, представленный метод моделирования позволяет оценить количественно вклад технологических факторов в литейные свойства АК5М2. Это позволяет использовать данные уравнения для оптимизации технологического процесса, а также предсказывать возможные варианты улучшения свойств за счет модификации факторов технологии.

#### Список использованных источников

1. Чичко, А. Н. Математическое моделирование технологических процессов. – Минск: БГПА, 2001. – 128с.

УДК 621.742.45; 621.742.59; 621.743.422

#### Современные перспективные методы повышения качества жидкостекольных стержневых смесей

Студенты гр. 10404115 Мелешко Г. А., Русевич О. А.  
 Научный руководитель: Гуминский Ю. Ю.  
 Белорусский национальный технический университет  
 г. Минск

В настоящее время жидкостекольные стержневые смеси в основном применяются при производстве больших станочных отливок и в мелкосерийном производстве. Смеси на основе жидкостекольного связующего обладают рядом преимуществ – это высокая прочность, технологичность, уменьшенные припуски и уклоны. Главным же достоинством жидкого стекла, как связующими является экологическая безопасность. При заливке расплавом они не только не выделяют вредных веществ, но и отработанные жидкостекольные могут использоваться в различных отраслях промышленности. Например, как подложка при строительстве автомобильных дорог.

Но наряду с большим количеством достоинств, жидкостекольные смеси имеют существенные недостатки, а именно затрудненную выбивку стержней и хрупкость (осыпаемость). В первую очередь это связано с повышенным процентным содержанием жидкостекольного связующего в смеси (7–9% для стержневых составов) и наличием точечного контакта глобул силикагеля. Одним из направлений улучшения качеств жидкостекольных смесей – это ввод различных добавок в состав смесей в процессе перемешивания. Данные добавки призваны