

Р.И. МАКАРОВ

**Статистический анализ
производства закаленного
автомобильного стекла**

УДК 519.24:666.181.2

ФГБОУ ВПО
«Владимирский
государственный
университет имени
А.Г. и Н.Г. Столетовых»,
г. Владимир

Описывается методика анализ данных процесса производства автомобильных стекол с использованием методов аксиоматического и дисперсионного анализа качества продукции. Показана эффективность использования методики на примере анализа качества вырабатываемых закаленных автомобильных стекол.

Выявление причин нестабильности качества вырабатываемой продукции является актуальной проблемой для отраслей промышленности, имеющих сложные технологические процессы, к которым относится производство закаленных автомобильных стекол. Качество производимой продукции зависят от множества технологических факторов, качества заготовок стекла, наладки оборудования, квалификации операторов и других факторов.

Содержание многостадийных технологий в производстве автомобильных стекол представляет последовательность процессов, в которых отсутствует возможность получения достоверного аналитического описания влияния контролируемых факторов на показатели качества. Для установления взаимосвязи факторов с качеством приходится опираться на результаты практического опыта.

В системах менеджмента качества корректирующие действия вырабатываются на основе анализа статистических данных о качестве, получаемые в результате их мониторинга или специально проводимых исследований, которые не всегда возможно реализовать на производстве.

Измерения значений контролируемых факторов и показателей качества являются источником информации, из которого можно извлечь сведения о состоянии процессов и качества, их взаимосвязях, недостатках и нарушениях. Для извлечения из результатов измерений необходимой для практики информации нужна методика, позволяющая выявить причинно-следственные связи между контролируемыми факторами и показателями качества.

К закаленному автомобильному стеклу предъявляются высокие требования к допускам на отклонение гнутых изделий от заданной формы [1]. Форму гнутых изделий проверяют по контрольному шаблону. Зазор между кромкой стекла и контуром шаблона (прилегание) не должен превышать требований технических условий на изделия. Статистический анализ измерений формы изделий выявил значительный разброс прилегания [2].

На производстве «Закаленное стекло» ОАО «Эй Джи Си Борский стекольный завод» функционирует система мониторинга *GP 2000* [3]. Она обеспечивает поддержку управления качеством в производстве закаленных автомобильных стекол. Однако в ней отсутствуют функции анализа причинно-следственных связей между влияющими факторами и показателями качества вырабатываемых стекол. Специалистам приходится принимать решения по выработке корректирующих действий на основе производственного опыта, которые не всегда эффективны.

В статье описывается методика и алгоритмы выявления факторов – возможных причин снижения качества на примере анализа отклонения прилегания к шаблону на одной из сторон (*D-F*) стекла. Для анализа использовалась выборка из базы данных, содержащая результаты мониторинга процесса закалки.

Для оценки стабильности вырабатываемого стекла по прилеганию использовался аксиоматический анализ контроля качества продукции (ААККП) [4]. Проверка стабильности производственного процесса в пределах выборки состоит в проверке репрезентативности выборки относительно однородной невидимой генеральной совокупности (ОНГ). Результаты проверки репрезентативной однородности показателя качества стекол по прилеганию на стороне *D-F* приведены в таблице 1.

Таблица 1.

**Результаты проверки репрезентативной однородности качества стекол
по прилеганию на стороне D-F**

Параметр	Размер выборки	$sk(v)$	ТЗР	v_{cp}	Кс	Репрезентативность выборки относительно ОНГ
						$P < 0,5$
Прилегание на стороне D-F	312	-0,89	D	0,72	0,91	Нет

Обозначения: $sk(v)$ – коэффициент асимметрии ЭЗР; ТЗР – теоретическое значение репрезентативности; v_{cp} – экспериментальное значение репрезентативности; Кс – коэффициент сходства, оценивает отклонение распределения ЭЗР от распределения ТЗР; P – вероятность благоприятного события ОНГ.

Результаты анализа показали, что между распределениями ЭЗР и ТЗР существует сходство ($K_c > 0,75$). Однако условие принципа соответствия не выполняется. Переменные распределений ЭЗР (тип D) и ТЗР (тип C) относятся к разным типам. Таким образом, приходим к выводу, что анализируемая выборка не является репрезентативной ОНГ, изучаемый производственный процесс закалки автомобильных стекол нестабильный. По данным выборки построен график (рис.1), наглядно отражающий анализируемые данные. На графике прослеживается видимая причина нестабильности - отклонение среднего значения от постоянного уровня. Подобные отклонения могут вызываться такими причинами, как плохая наладка оборудования, смена операторов и изменение технологии проверки [4]. Технология проверки качества вырабатываемых закаленных стекол на анализируемом отрезке времени оставалась неизменной.

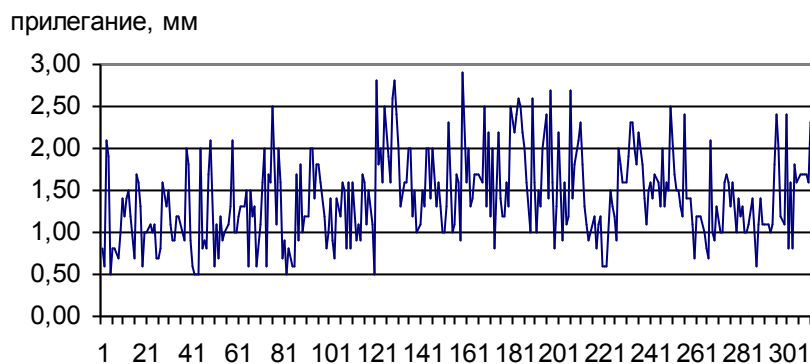


Рис. 1. Графическое отображение изменения прилегания выработанного
стекла к шаблону на стороне D-F

Влияющими причинами в рассматриваемом случае могут быть такие, как плохая наладка оборудования при переходах на выработку стекол от малых размеров к большим размерам, и наоборот, а также посменная работа операторов.

Для выявления влияния двух одновременно действующих факторов, таких как наладка оборудования и посменная работа операторов, на качество вырабатываемых закаленных стекол (по отклонению прилегания) использовался двухфакторный дисперсионный анализ. Результаты анализа отражены в табл.2.

Таблица 2

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа

Компоненты дисперсии	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Оценка дисперсии
Между количеством потоков	0,62	1	0,62
Между сменами	2,29	2	1,145
Остаточная	85,47	309	0,276
Общая	88,38	312	0,28

Для проверки степени значимости расхождений, обнаруженных в средних по количеству потоков и между сменами, вычисляем F -критерии:

-для среднего квадрата между количеством потоков $F_n=0,62/0,276=2,25$;

- для среднего квадрата между сменами $F_c=1,145/0,276=4,15$.

Для первого случая критические границы будут $F_{0,05}=2,64$ и $F_{0,01}=6,71$, а для второго случая $F_{0,05}=3,02$ и $F_{0,01}=4,67$. Таким образом, влияние количества вырабатываемых потоков на рассеивание оказалось несущественным. Гипотеза о равенстве средних прилегания в зависимости от количества потоков принимается.

Влияние сменности выработки стекла на рассеивание прилегания по стороне $D-F$ оказалось существенным при уровне значимости 0,05. Гипотеза о равенстве средних прилегания в зависимости от сменности выработки отвергается.

Дисперсионный анализ данных мониторинга качества закаленных стекол позволил выявить фактор, влияющий на

стабильность качества вырабатываемых стекол по прилеганию к шаблону по стороне *D-F*. Таким фактором является квалификация операторов при посменной работе. При этом необходимо осторожно относиться к истолкованию результатов дисперсионного анализа, так как анализ опирался на допущения нормальности распределений и тождественности дисперсий в анализируемых выборках, что не выполнялось в рассматриваемом случае.

Литература

1. ГОСТ 5727 – 88. Стекло безопасное для наземного транспорта. Общие технические условия. Москва: ИПК Издательство стандартов, 2001. -17с.
2. Макаров Р.И., Суворов Е.В. Повышение качества вырабатываемого закаленного стекла на действующей технологической линии //Стекло и керамика. 2010. №5. -С.18-21.
3. Макаров Р.И., Суворов Е.В., Тарбеев В.В., Хорошева Е.Р. Информационные технологии в управлении качеством автомобильного стекла /учебное пособие. Владимир, Владимирский государственный университет, 2010.-275с.
4. Швырков В.В. Тайна традиционной статистики Запада. М.: Финансы и статистика. 1998. – 144с

ТЕЛ. ДОМАШНИЙ 4922-53-55-87

ЭЛ. ПОЧТА MAKAROV.RUSLAN@GMAIL.COM