

Р.И. МАКАРОВ

**Аксиоматический  
анализ контроля качества  
безопасного многослойного стекла  
в производстве**

УДК 519.24:658.562

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

*В статье рассмотрено применение аксиоматического анализа контроля качества продукции для оценки стабильности технологического процесса производства безопасного многослойного стекла для автомобильного транспорта, который не описывается нормальным законом распределений. Проверена стабильность процесса по качеству вырабатываемой продукции в пределах каждой смены и в пределах нескольких смен.*

Анализ возможностей процесса представляет собой изучение присущей процессу изменчивости и распределения характеристик процесса для оценки его способности производить продукцию, соответствующую установленным требованиям. Когда измеряемыми переменными являются данные изделия, присущая процессу изменчивость характеризуется «разбросом» процесса, если процесс находится в состоянии статистического управления. Если параметры процесса подчиняются нормальному распределению, этот интервал теоретически охватывает 99,73 % всей совокупности. Возможность процесса обычно выражается в виде показателя, который связывает фактическую изменчивость процесса с допуском, установленным в требованиях к изделию [1].

Когда распределение процесса не подчиняется нормальному закону, широко используемые показатели изменчивости могут вводить исследователя в заблуждение. В этих случаях оценки процесса следует обосновывать на методах анализа,

разработанных для таких распределений. Одним из таких методов является аксиоматический анализ контроля качества продукции (ААККП), который состоит из двух этапов проверки:

1) Проверка однородности (стабильности) процесса в пределах каждой выборки.

2) Проверка однородности (стабильности) процесса в пределах нескольких выборок [2].

Рассмотрим применение ААККП для оценки стабильности технологического процесса производства безопасного многослойного стекла для автомобильного транспорта, который не описывается нормальным законом распределений [3]. При оценивании качества технологического процесса обычно контролируются и измеряются параметры выполняемых технологических операций (режимные переменные), факторы, влияющие на основные технологические показатели, качество производимой продукции и др. Рассмотрим методику оценки стабильности процесса моллирования по характеристикам качества производимой продукции - величине поверхностных напряжений сжатия и растяжения в зоне кромки стекла и величине провиса [3]. Технические условия на изделие определяют требования к напряжениям в зоне кромки многослойного стекла. Поверхностные напряжения сжатия должны соответствовать требованиям, указанным в технических условиях на изделие и иметь равномерное распределение вдоль кромки стекла. Напряжения растяжения не должны превышать заданной величины. Геометрия стекла характеризуется величиной провиса, которая не должна превышать требований, указанных в чертежах на изделие.

Анализируемая выборка состоит из 104 сменных показателей качества вырабатываемых изделий – ветровых стекол легковых автомобилей одной модели. Анализ процесса моллирования в пределах каждой выборки проводился с отбора однородных групп – показателей характеристик изделий, вырабатываемых в сменах. Статистическая совокупность ограничивалась тремя выборками по сменам по характеристикам качества вырабатываемых ветровых стекол – напряжениям сжатия и растяжения в кромке стекла и провису, измеряемому в трех точках по образующей линии. Размеры выборок колебались в пределах от 8 до 40 измерений.

Выделение подгрупп (выборок) предполагало, что колеблемость характеристик изделий в пределах каждой подгруппы объясняется влиянием однородных невидимых причин.

Проверка стабильности процесса молирования основывалась на двух проверяемых предпосылках. Первая – измерения в подгруппах распределены симметрично, они репрезентативны однородной невидимой генеральной совокупности (ОНГ), имеющей вероятное симметричное распределение  $P=0,5$ . Вторая – измерения в подгруппах репрезентативны ОНГ, у которой  $P \neq 0,5$ . Проверка этих предпосылок проводилась путем анализа выполнения условий трех принципов: порядка, сходства и соответствия [2].

Проверка стабильности процесса моллирования в пределах каждой выборки (смены) является проверкой репрезентативности выборки относительно ОНГ. Репрезентативная выборка свидетельствует о стабильности процесса моллирования в смене и качестве вырабатываемых изделий по анализируемому показателю. Результаты проверок репрезентативности выборок приведены в таблице 1.

Так, напряжение растяжения, измеренное в точке Т1 в смене 1, не является репрезентативной ОНГ. Вычисленное экспериментальное значение репрезентативности (ЭЗР) соответствует типу *D*. Коэффициент сходства  $K_c > 0,75$ , условие принципа сходства выполняется. Однако принцип соответствия не выполняется, т.к. переменные распределения ЭЗР и теоретического значения репрезентативности (ТЗР) соответствуют разным типам *C* и *D*. Процесс моллирования в анализируемой смене по величине напряжения растяжения в кромке стекла в точке Т1 нестабильный.

Вторая выборка (по напряжению растяжения в кромке стекла в точке Т1 во второй смене) репрезентативна ОНГ. Вычисленные ЭЗР соответствуют типу *D*, он состоит из более 75% репрезентативных сложных событий. Коэффициент сходства  $K_c = 0,86$ . Условие принципа сходства выполняется. Условие принципа соответствия также выполнено. Переменные распределения ЭЗР и ТЗР соответствуют одному типу *D*. Анализируемая выборка репрезентативна ОНГ, у которой  $P < 0,5$ . Процесс моллирования во

второй смене по величине напряжения растяжения в кромке стекла в точке Т1 стабильный.

Результаты анализа стабильности процесса моллирования в пределах трех выборок по всем характеристикам качества изделий отражены в таблице 1.

Таблица 1

**Результаты проверок репрезентативной  
однородности характеристик показателей качества  
вырабатываемых ветровых стекол для легковых автомобилей**

Параметр	Выборки	sk(x)	ТЗР	V <sub>ср</sub>	K <sub>с</sub>	Репрезентативность выборки относительно ОНГ	
						P<0,5	P>0,5
Напряжение растяжения в Т1	Общая	0,679	D	0,756	0,90	нет	нет
	Смена 1	0,668	D	0,759	0,92	нет	нет
	Смена 2	0,372	D	0,657	0,86	да	нет
	Смена 3	0,751	D	0,717	0,93	нет	нет
Напряжение растяжения в Т5	Общая	0,193	D	0,686	0,75	да	нет
Напряжение растяжения в Т8	Общая	-0,32	D	0,756	0,97	нет	да
Напряжение растяжения в Т10	Общая	0,192	D	0,731	-0,8	нет	нет
	Смена 1	0,049	D	0,668	0,68	нет	нет
	Смена 2	0,31	C	0,659	0,93	нет	нет
	Смена 3	0,27	D	0,71	0,88	да	нет
Напряжение сжатия в Т1	Общая	-0,13	D	0,695	0,90	да	нет
Напряжение сжатия в Т5	Общая	-0,09	C	0,634	0,93	нет	нет
	Смена 1	-0,66	C	0,632	0,79	да	нет
	Смена 2	0,184	D	0,615	0,73	нет	нет
	Смена 3	-0,06	C	0,565	0,83	да	нет
Напряжение сжатия в Т7	Общая	0,163	D	0,659	0,99	да	нет
Напряжение сжатия в Т11	Общая	-0,14	C	0,616	0,94	да	нет
Провис в Т1	Общая	-0,82	C	0,658	0,84	нет	нет
	Смена 1	-0,66	C	0,555	0,32	нет	нет
	Смена 2	-0,76	D	0,695	0,65	нет	нет
	Смена 3	-1,86	D	0,704	-0,0	нет	нет
Провис в Т2	Общая	0,028	D	0,738	0,9	да	нет
Провис в Т3	Общая	0,214	C	0,602	0,89	да	нет

Обозначения:  $sk(x)$  – коэффициент асимметрии анализируемой выборки; ТЗР – тип распределения;  $V_{ср}$  – среднее значение преобразованных наблюдаемых данных анализируемой выборки;  $K_c$  – коэффициент сходства между наблюдаемыми и ненаблюдаемыми распределениями.

В результате проведенного анализа оказалось, что семь выборок репрезентативны однородной невидимой генеральной совокупности. У шести из них  $P < 0,5$  и для одной выборки  $P > 0,5$ . По этим характеристикам показателей качества процесс моллирования стабильный. Четыре выборки – напряжение растяжения в точках Т1, Т10, напряжение сжатия в точке Т5, провис в точке Т1 не являются репрезентативными ОНГ. Процесс моллирования по четырем характеристикам показателей качества нестабильный.

Таким образом, можно сделать вывод, что изучаемый процесс моллирования по характеристикам показателей качества вырабатываемых ветровых стекол нестабильный в результате существенного влияния пяти не являющихся репрезентативными выборок – напряжения растяжения, измеряемых в точках Т1, Т10, напряжения сжатия – в точке Т5 и провиса – в точке Т1.

Рассмотренная методика анализа возможностей процесса применима к статистически управляемому процессу, ее целесообразно применять в сочетании с методами управления.

### Литература

1. ГОСТ Р ИСО/ТО 10017-2005 Статистические методы. Руководство по применению в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001. Москва, 2005. -28с.
2. Швырков В.В. Тайна традиционной статистики Запада. М.: Финансы и статистика. 1998. – 144с.
3. Управление качеством автомобильного стекла/ Р.И. Макаров, Е.В. Суворов, В.В. Тарбеев, Е.Р. Хорошева, под редакцией Р.И. Макарова. – Владимир: издательство Владимирского государственного университета, 2009. -280с.

ТЕЛ. ДОМАШНИЙ 4922-53-55-87

ЭЛ. ПОЧТА MAKAROV.RUSLAN@GMAIL.COM