

УДК621 791

В. А. Основский, Н. Ю. Бербасова, канд. техн. наук, доц.

ИНЖИНИРИНГ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ПАРЕТО

Для оценки и управления variability процессов жизненного цикла продукции СТБ ИСО 19649 «Системы менеджмента качества. Частные требования по применению СТБ ИСО 9001–2001 для автопроизводителей и их поставщиков» рекомендует проводить статистические исследования. В работе с применением таких инструментов статистического контроля, как контрольные листки и анализ Парето изучено влияние различных факторов организации сварочного производства на уровень несоответствий при производстве каркаса кабины автомобиля МАЗ.

Актуальные задачи идентификации, описания, сбора, аналитической обработки данных о сварочных процессах и продукции могут результативно решаться с применением статистических методов контроля и управления, позволяющих создать информационную базу для управления сварочным производством.

Проблеме использования статистических методов контроля и управления применительно к сварочному производству как у нас в республике, так и за рубежом, посвящено незначительное число работ, в связи с чем данная область остаётся недостаточно изученной и перспективной с точки зрения её разработки [1, 2].

Стандарты ИСО 9000 относят сварку к специальным процессам, т. е. к процессам, результаты которых нельзя в полной мере проверить последующим контролем и испытанием продукции. В этих случаях соответствие сварных конструкций установленным требованиям достигается регулированием и улучшением процессов, которые возможны только на основе их постоянного мониторинга и анализа [3].

Применение статистических методов для повышения эффективности контроля и управления в сварочном производстве позволит:

- выявлять проблемные зоны жизненного цикла сварных конструкций;
- повышать прослеживаемость процессов сварки;
- облегчить поиск немногочисленных, но существенно важных причин, формирующих качество сварочных про-

цессов;

- определять точки контроля и критические точки сварочных работ.

В работе продемонстрированы возможности статистических методов для управления уровнем качества процессов производства сварной конструкции каркаса кабины автомобиля МАЗ.

Проведенный анализ процесса сварки кабины автомобиля МАЗ показал, что факты для обоснования предупреждающих и корректирующих действий при производстве сварочных работ регистрируются в журнале учета несоответствий контролером с ежедневной периодичностью. В журнале указываются выявленные несоответствия при сварке каркаса кабины: прожоги, непровары, брызги, отсутствие сварки, превышение допустимой глубины вмятины от контактной точечной сварки, наплывы и т. д. Таким образом, на участке сборки и сварки каркаса кабины автомобиля МАЗ определена идентификация по направлениям: вид несоответствия, фамилия виновного в данном несоответствии, дата его совершения. В дальнейшем эта информация не подвергается обработке в целях анализа для принятия решений на основе конкретных фактов. Ее цель – стратифицировать брак, разработать мероприятие по конкретному выявленному несоответствию, наказать виновника. Этого явно недостаточно для целей управления качеством.

На рис. 1 представлены гистограмма динамики выпуска кабин авто-

мобиля МАЗ за 2006 г. и диаграмма несоответствий по сварке, наложенные друг на друга. Такое наложение показывает, что есть определенная взаимосвязь роста несоответствий по сварке с ростом объема выпуска кабин. Однако детальное исследование этой динамики позволяет определить периоды, в которых при сохранении объема выпуска кабин уровень несоответствий увеличивается. Так, в апреле при увеличе-

нии выпуска кабин на 2 % количество несоответствий по сварке увеличилось на 7 %, в августе при падении объема выпуска кабин уровень несоответствий остался прежним. Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что причины, вызвавшие несоответствия, не подвергались детальному анализу, что приводит к повторному их появлению.

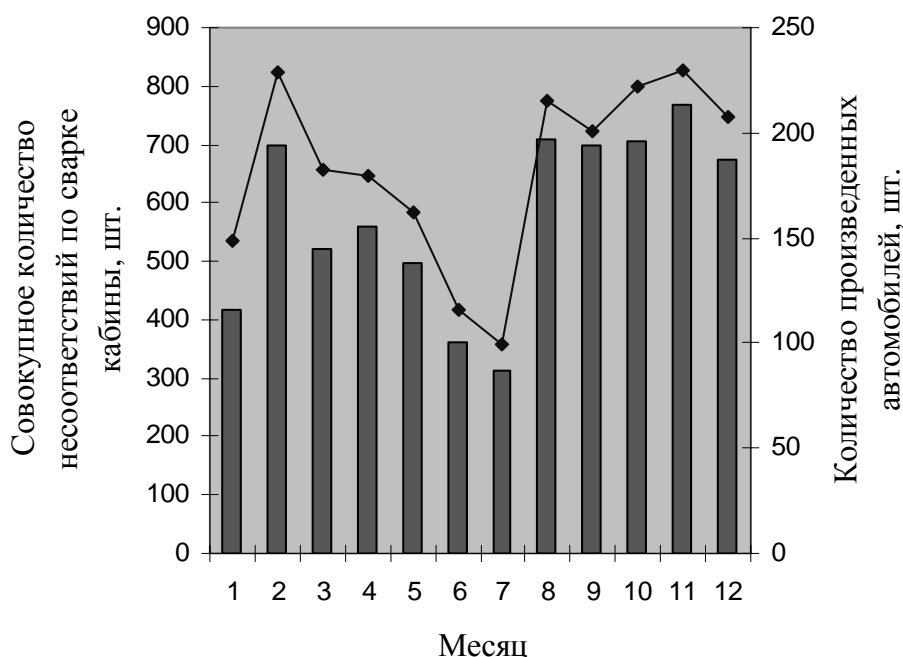


Рис. 1. Динамика выпуска автомобилей МАЗ и количество несоответствий по сварке кабины за 2006 г.

Таким образом, имеющее место при производстве сварочных работ кабины МАЗ превышение темпов роста несоответствий над темпами роста объема выпуска кабин свидетельствует о целесообразности выявления причинно-следственных связей формирования несоответствий сварки.

При анализе причин первостепенным является сбор первичной информации. Наиболее результативным инструментом сбора первичной информации являются контрольные листки. Контрольный листок – это структурированная, готовая форма для сбора и анализа данных для облегчения дальнейшего использования собранной

информации. Контрольные листки используют при сборе данных о частоте или закономерностях событий, проблем, дефектов, сборе данных о производственном процессе. Для контроля качества сварки кабины автомобиля МАЗ нами разработаны контрольные листки: по видам дефектов, выявления изменения в вариации глубины вмятины при контактной точечной сварке, причин дефектов в стратификации – вид несоответствия, смена, рабочий, его стаж, день недели. При составлении контрольных листов следует обратить внимание на то, чтобы было указано, на

каком этапе процесса и в течение какого времени собирались данные, а также на то, чтобы форма листка была простой и понятной без дополнительных пояснений.

Выявление изменения в вариации глубины вмятины при контактно-точечной сварке представлено на рис. 2.

Толщина листа, мм	Глубина вмятины, мм	Результаты измерения										Частота	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
2	0												
	-0,01	x	x	x									3
	-0,02	x	x	x									3
	-0,03	x	x	x	x								4
	-0,04	x	x	x	x	x	x	x					7
	-0,05	x	x	x	x	x	x	x	x	x			9
	-0,06	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		10
	-0,07	x	x	x	x	x	x						6
	-0,08	x	x	x	x	x	x	x	x				8

Рис. 2. Контрольный листок вариации глубины вмятины при контактно-точечной сварке в ходе производственного процесса (16.03.2006 г.)

Контрольный листок показывает, что наиболее характерными размерами глубины вмятины являются 0,05 и 0,06 мм. Применение данного инструмента статистического контроля позволит накапливать информацию по глубине вмятины, которая оказывает существенное влияние на внешний вид изделия, контролировать процесс в целях невыхода за допустимые пределы.

Для управления качеством сварочной продукции определенную роль играет стратификация возможных несоответствий. Мониторинг стратифицированных дефектов по сварке каркаса кабины автомобиля предлагается осуществлять с помощью контрольного листка (рис. 3). В конце рабочего дня подсчитываются число несоответствий и количество забракованных деталей. Это позволяет принять обоснованное решение о корректирующих и предупреждающих мерах для совершенствования процесса сварки.

Контрольный листок по видам дефектов позволяет определить, что наиболее значимым является дефект «отсутствие

сварки», который по данным на 29.12.2006 г. составляет 17 случаев. Это свидетельствует о несоблюдении технологической дисциплины рабочими. Данный вид несоответствия доминирует во всем анализируемом временном периоде. На втором месте по данным контрольного листка – несоответствие «не выдержаны размеры», что обусловлено несоблюдением рабочими требований конструкторской документации и подтверждает недостаточное соблюдение рабочими технологической дисциплины. Несоответствие «брызги» свидетельствует о несоблюдении режимов сварки. Такие несоответствия, как «прожоги», «наплывы», «наличие ржавчины на свариваемых поверхностях» по данным контрольного листка имеют невысокий уровень. Таким образом, информация контрольного листка по видам несоответствий сварки свидетельствует о необходимости ужесточения технологической дисциплины на участке сборки и сварки кабины автомобиля МАЗ.

Наименование документа	Контрольный листок по видам дефектов	
Предприятие: РУП МАЗ Цех: ЦС и ОК	Изделие: панель задка Операция: приемочный контроль	Количество несоответствий
Вид дефекта	Результат контроля	Итого
Отсутствие сварки	////////////////////	17
Не выдержаны размеры	//////////	9
Брызги	//////	5
Прожоги	/	1
Вмятины от КТС	/	1
Напльвы	//	2
Ржавчина	//	2
Общее число бракованных деталей		37
Контролер: Усов И. В. Подпись:		Дата: 29.12.2006 г.

Рис. 3. Контрольный листок по видам дефектов сварки кабины автомобиля МАЗ (29.12.2006 г.)

Основная цель статистических методов контроля качества – выявление причин несоответствий. Действенным инструментом для идентификации этих причин является контрольный листок причин несоответствий. Для этих целей разработан контрольный листок причин несоответствий по сварке кабины автомобиля МАЗ (рис. 4).

В контрольном листке стратифицированы несоответствия: «отсутствие сварки», «не выдержаны размеры», «прожоги», «напльвы», «ржавчина на свариваемых поверхностях», «брызги», «вмятины от контактно-точечной сварки» в стратификации смены, стажа рабочего и дня недели. Данный контрольный листок позволяет накапливать информацию, структурируя ее, по выбранным направлениям.

Для дальнейшего анализа данной информации целесообразно воспользоваться диаграммой Парето. Анализ Парето позволяет посмотреть на процесс образования несоответствий с различных точек зрения с целью определения наиболее значимых факторов, формирующих качество процессов и продукции. На РУП МАЗ этот эффективный инструмент, позво-

ляющий определить наиболее значимые причины, от которых зависит уровень несоответствий, не применяется.

Первый этап анализа Парето – определение наиболее существенных несоответствий (рис. 5).

Анализ Парето показал, что наиболее существенными при производстве сварочных работ кабины автомобиля МАЗ в 2006 году являются такие несоответствия, как «отсутствие сварки» – 42 % от общего количества несоответствий; «не выдержаны размеры» – 37 %. Остальные стратифицированные несоответствия незначительны. Анализ Парето позволяет сделать вывод о необходимости принятия первоочередных мер на исправление выделенных нами существенных несоответствий.

Следующий этап анализа Парето – изучение влияния временного фактора на динамику несоответствий сварки кабины автомобиля МАЗ. Изучалась динамика количества несоответствий в зависимости от месяца года (рис. 6).

Из диаграммы видно, что наибольшее количество несоответствий – в осенний период, наименьшее – в лет-

ний. Это объясняется массовым приемом на работу в осенние месяцы выпускников ПТУ и последующим их обучением осо-

бым навыкам и приемам, необходимым при сварке тонкостенных деталей кабины.

Наименование документа		Контрольный листок причин дефектов						
Предприятие: РУП МАЗ Цех: ЦС и ОК Участок: сборки и сварки		Изделие: панель задка Операция: приемочный контроль Контролер: Беликов В. С.					Количество несоответствий	
		День недели						
Смена	Фамилия рабочего	Стаж	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Всего
1	Запольский М. И.	12	Z Y B	Y B	XX Y	B	R X	11
	Москвичев С. В.	18	X Y R	X N	V N R	V Y	R X	12
	Ходатович П. И.	4	ZZ Y	R XX	V Y Z	X Y	Y V	13
	Селедцов К. С.	21	Y V	X	B Z	Z X YY	Y V B	12
2	Сотников Ф. К.	16	Z Y	N YY	X V	X	B N XX	12
	Печенев И. Н.	3	XX B	Z X	Y N	XX B	X YYY	14
	Волчок Н. Д.	1	X BB	B N	Y N XX	R XX	B Z V X	16
	Казакевич Ю. С.	9	XX	X Y	X Y R	Y Z X	N XX	13
Всего:			21	17	22	19	23	Итого: 102
Условные обозначения дефектов: X – отсутствие сварки; Y – не выдержаны размеры; Z – прожоги; N – наплывы; R – ржавчина; V – вмятины от КТС; B – брызги			Подпись: Дата: 20.11.2006 г. – 24.11.2006 г.					

Рис. 4. Контрольный листок причин несоответствий по сварке кабины автомобиля МАЗ

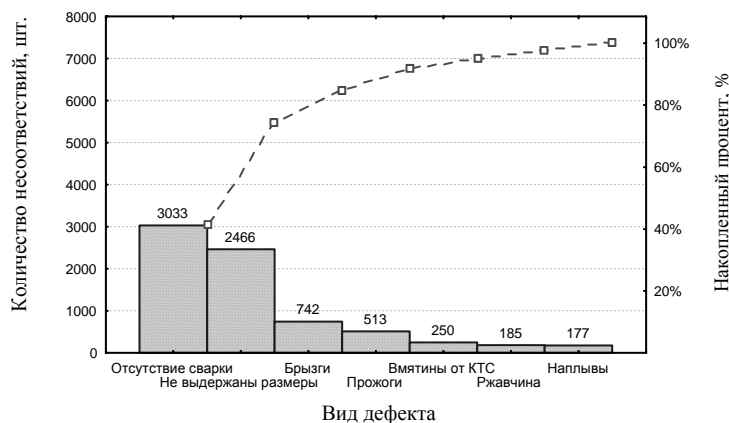


Рис. 5. Диаграмма Парето – совокупное количество несоответствий по видам сварочных дефектов за 2006 г.

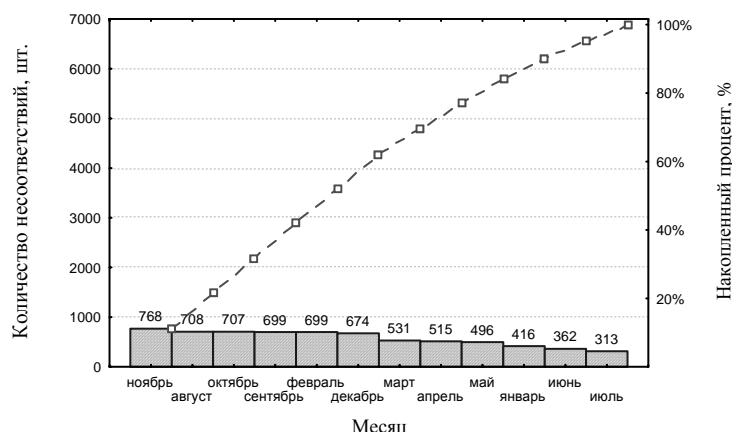


Рис. 6. Диаграмма Парето – ежемесячное совокупное количество несоответствий по сварке в 2006 г.

На рис. 7 представлена диаграмма Парето динамики несоответствий по сварке кабины в зависимости от возраста сварщиков. Анализ показал, что наибольшее количество несоответствий приходится на возраст 20–25 лет – 24 % от общего количества несоответствий за 2006 г. Наименьшее количество несоответствий обнаруживают сварщики в возрасте 31–35 лет – 14 %. Этот

анализ показывает важность возрастного фактора в формировании качества сварной конструкции кабины автомобиля [4]. В связи с проделанным анализом можно сделать вывод об установлении возрастной категории при выполнении особо сложных и ответственных работ по сборке и сварке каркаса кабины автомобиля МАЗ.

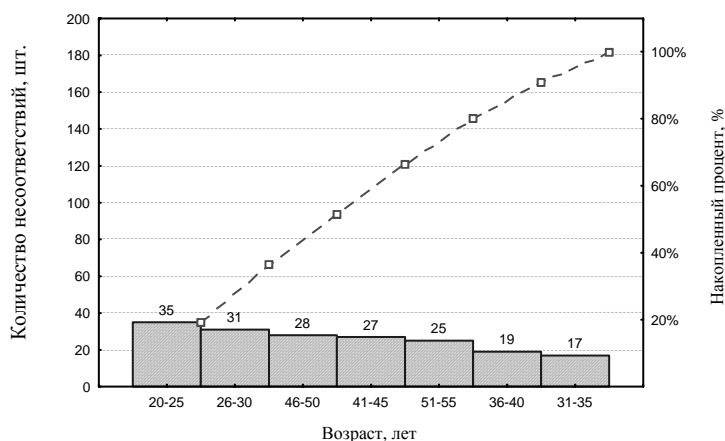


Рис. 7. Диаграмма Парето – совокупное количество несоответствий в зависимости от возраста сварщиков

Аналогичным образом было исследовано влияние стажа работы сварщиков на уровень дефектности. Так, наиболее высокий уровень несоответствий – у работников со стажем 0,5–5 лет. Наиболее низкий уровень несоответствий – у сварщиков со

стажем 11–15 лет. Эти данные еще раз подтверждают значение влияния возрастной категории на уровень производимых несоответствий.

В качестве временного фактора исследованы также дни недели (см. рис. 7).

Анализ Парето динамики несоответствий по дням недели продемонстрировал вариативность, но все же наибольшее количество несоответствий по сварке выявлено в пятницу – 23 % от общего количества брака. Это объясняется влиянием утомляемости сварщика к концу недели на качество выполнения работ. Срабатывает психологический настрой рабочего быстрее завершить работу в последний день недели и как следствие – повышение уровня несо-

ответствий. Основной причиной этого фактора является сдельная форма оплаты труда, которая негативно сказывается на качестве изготавливаемой продукции. Опыт показывает, что переход на повременную оплату труда позволит снизить уровень несоответствий.

Анализ Парето по рабочим сменам показал превышение количества несоответствий, производимых в первую смену, на 12,6 % (рис. 8).

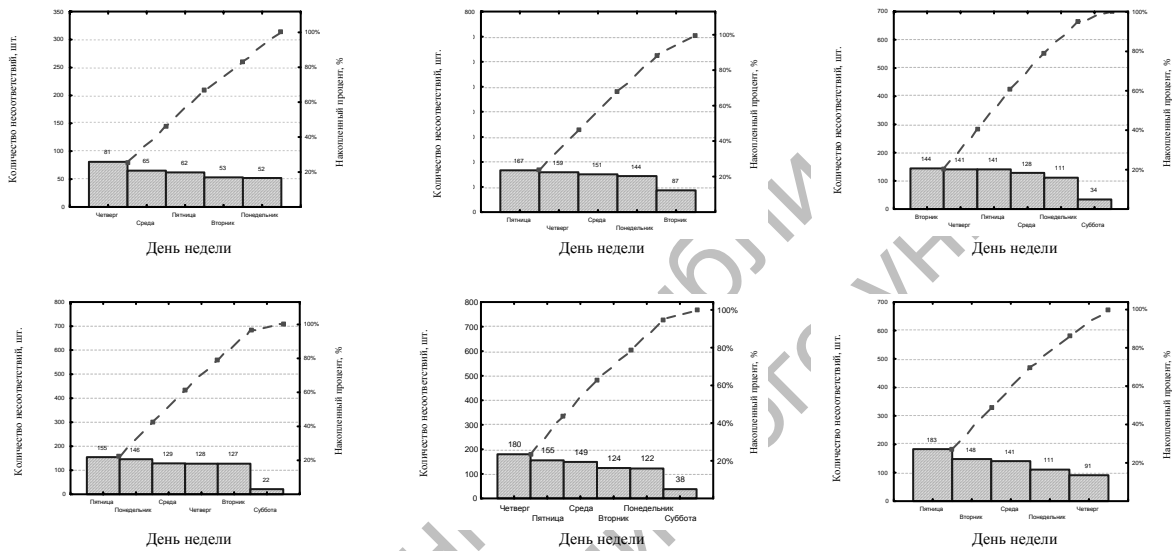


Рис. 7. Диаграмма Парето – совокупное количество несоответствий по сварке кабины в зависимости от дней недели за второе полугодие 2006 г.

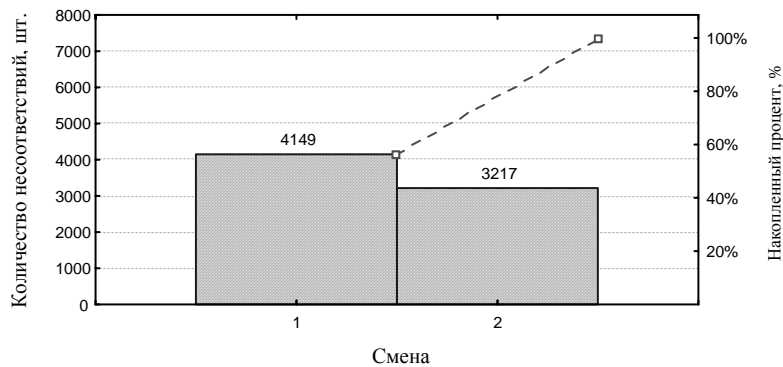


Рис. 8. Диаграмма Парето – совокупное количество несоответствий по сварке кабины в зависимости от смены за 2006 г.

Следующий этап анализа Парето – влияние человеческого фактора на уровень несоответствий при сварке каркаса кабины автомобиля, в качестве которого определены возраст сварщиков и стаж их работы.

Анализ Парето позволил посмотреть на процесс образования несоответствий сварки кабины автомобиля МАЗ с различных позиций стратификации: их виды, месяцы, дни недели, смены, возраст и стаж сварщиков. Это позволило определить наиболее существенные факторы, которые формируют уровень дефектности сварочных работ.

Таким образом, в работе исследованы статистические методы контроля и управления качеством применительно к сварочному производству каркаса кабины автомобиля МАЗ, которые позволят снизить уровень несоответствий выпускаемой продукции без вмешательства в технологию процесса сборки и сварки, обеспечить стабильность производства

за счет однозначного фактического выявления причин возникновения брака и их устранения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Серенков, П. С.** Методика описания процессов системы менеджмента качества сварочного производства с использованием современных информационных технологий / П. С. Серенков, О. А. Ленкевич, А. Г. Курьян // Сварка и родственные технологии. Проблемы и пути повышения качества : сб. докл. IV междунар. симпозиума. – Минск, 2005. – С. 13–20.
2. Контроль качества сварки / Под ред. В. Н. Волченко. – М. : Машиностроение, 1976. – 328 с.
3. **Марченко, А. Е.** Опыт разработки и внедрения систем управления качеством / А. Е. Марченко // Сварка и родственные процессы в современном машиностроении и судоремонте : 3-й ежегодный науч.-практ. семинар, Одесса, 7 июля 2005 г. – Одесса, 2005. – С. 3–6.
4. **Дилигенский, Н. В.** Определение потребности сварочного производства в специализации на основе системной методологии / Н. В. Дилигенский, В. С. Михайлов. – Киев : ИЭС им. Е. О. Патона, 1992. – 40 с.

Белорусско-Российский университет
ПРУП «МАЗ» (г. Минск)
Материал поступил 10.03.2008

V. A. Osnovsky, N. Yu. Berbasova
Engineering of welding processes
on the basis of Pareto analysis

СТБ ISO 19649 «Quality management Systems» are used for an estimation and management of variability of processes of life cycle of production. Private requirements on application of СТБ ISO 9001–2001 for motor-car manufacturers and their suppliers recommend to carry out statistical research. The authors have studied the influence of different factors of welding production organization on the level of discrepancies in manufacturing of the compartment body of MAZ car using the tools of static control such as check sheets and Pareto analysis.