УДК 620.19

ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ПОИСКЕ ДЕФЕКТОВ ШТАМПОВКИ ЖЕСТЯНОЙ ТАРЫ

Критинина Н.А., Пегина А.Н., Игуменова Т.И., Земсков Ю.П.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Воронеж,
e-mail: regant2006@mail.ru

Настоящая статья посвящена применению статистических методов системы менеджмента качества при анализе различных дефектов штамповки жестяной тары, используемой в процессах консервации продуктов питания в пищевой промышленности. Был произведен выбор из 100 исследуемых жестяных консервных банок количественных оценок зазора между пуансоном и матрицей. При этом выявлены несоответствия геометрических размеров из-за недопрессовки, наличия рваных поверхностей и гофр на боковой поверхности после штамповки. Построены гистограммы распределения параметров зазора и определены доли брака по каждому параметру с выявлением поля допуска. Подтвержден механизм разрушения деформированной поверхности банки. При анализе причин возникновения брака проведен анализ причин не соответствующей продукции, построены диаграмма Исикавы и диаграмма Парето, по результатам которых выявлено, что наиболее существенными причинами являются: нарушение формы и размеров тары, трещины и разрывы на изделии, морщины и складки, а также недоштамповка изделия. В качестве корректирующих и предупреждающих действий рекомендовано проведение мероприятий в виде повышения стойкости вытяжных пуансонов и матриц к изнашиванию и деформации наплавкой твердыми сплавами (стеллитом, сормайтотом), а также хромированием и азотированием их поверхности. Кроме того, упрочнение рабочих поверхностей вырубных штампов позволит существенно увеличить их долговечность.

Ключевые слова: штамповка, жестяная тара, дефект, статистический анализ

APPLICATION OF STATISTICAL METHODS IN SEARCHING FOR DEFECTS OF STAINING OF THE HARD TAPE

Kritinina N.A., Pegina A.N., Igumenova T.I., Zemskov Yu.P.

Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, e-mail: regant2006@mail.ru

This article is devoted to the application of statistical methods of the quality management system in analyzing various defects in the stamping of tin cans in food preservation processes in the food industry. A choice was made of 100 tin cans being examined for quantitative estimates of the gap between the punch and the matrix. At the same time, discrepancies in geometric dimensions were revealed due to under-pressing, presence of torn surfaces and corrugation on the lateral surface after stamping. The histograms of the distribution of the gap parameters are constructed and the fractions of the marriage for each parameter are determined with the identification of the tolerance field. The mechanism of destruction of the deformed surface of the can is confirmed. When analyzing the causes of the marriage, an analysis of the causes of the non-corresponding products was made, a Ishikawa diagram and a Pareto chart were constructed, the results of which revealed that the most significant causes are: violation of the shape and dimensions of the container, cracks and ruptures on the product, wrinkles and wrinkles. As corrective and preventive actions, it is recommended to carry out measures in the form of increasing the durability of the exhaust punches and matrices to wear and deformation by surfacing with hard alloys (stellite, sommite), as well as chrome plating and nitriding of their surfaces. In addition, hardening the working surfaces of punching dies will significantly increase their durability.

Keywords: stamping, tin, defect, statistical analysis

Актуальной проблемой является совершенствование технологий переработки сырья растительного и животного происхождения, в частности в производстве консервированной продукции, упакованной в жестяную тару для длительного хранения. Производство мясной и растительной консервированной продукции является одним из направлений обеспечения продовольственной безопасности страны и приоритетным направлением развития сельского хозяйства Российской Федерации.

Одной из задач пищевой промышленности является своевременное удовлетворение запросов потребителя путем расширения ассортимента консервированной продукции, увеличения сроков хранения,

обеспечения экологичности упаковки, вторичного использования и переработки ресурсов за счет передовых инновационных технологий.

Настоящее исследование проведено для продукции, упакованной в жестяную тару. Анализ данных по структуре и объемам производства жестяной тары в России показал, что наиболее крупным производителем указанного вида упаковки является ОАО «Калининградский тарный комбинат» (табл. 1).

Исследования структуры и объемов потребления жести в мире показывают, что она является одним из самых используемых материалов в производстве тары для консервной промышленности. Например,

в России и в Корею – 78 %, в США – 65 %, в Европе – 46 %. Жесть, как вид стальных изделий, по своему назначению является стратегическим материалом, кроме того, использование стальной упаковки подлежит полной вторичной переработке. При производстве жестяных консервных банок для пищевых продуктов применяется только белая жесьть. Это обусловлено тем, что белая жесьть обладает высокой коррозионной стойкостью в отличие от черной жести. «Скользкая способность» белой жести также позволяет автоматизировать процесс изготовления жестяных банок и достичь высокой производительности процесса. Существует несколько видов жести, выпускаемых по ГОСТ 13345-85 «Жесьть. Технические условия» [1–3]. Белая жесьть является листовой холоднокатаной отожженной сталью небольшой толщины (не более 1,2 мм, минимум – 0,1 мм), на которую нанесено какое-либо специальное покрытие (цинк, олово, лак, хром), выполняющее защитную функцию. Если покрытия жесьть не имеет, то речь идет о черной (нелуженой) жести. Она представляет собой первичный материал, на который наносится защитный слой. Для упаковки консервов различного назначения тара выпускается из белой консервной жести горячего лужения в соответствии с требованиями ГОСТ 5981-2011 «Банки и крышки к ним металлические для консервов. Технические условия». Данным стандартом предусмотрены следующие показатели качества тары: поверхность банок; паяный шов; закаточный шов; лаковое и литографское покрытие на корпусе; размеры и вместимость банок; герметичность банок; отбортовка корпуса. Размеры консервных банок также стандартизованы. В стандарте установлены точные размеры каждого вида консервной банки. Существует более 30 видов

консервных жестяных банок. Для каждого вида определены точные размеры, присвоен определенному номеру и рекомендован перечень консервов, для которых эти банки предназначены [4–5]. При исследовании ста жестяных банок, которые подверглись пластическому деформированию при изготовлении, были получены количественные оценки зазора между пуансоном и матрицей. При несоответствии такого зазора стандартным нормативам могут возникать несоответствия размеров штампованных банок, а именно, недопрессовка, наличие рваных поверхностей и гофр при отбортовке корпуса. В табл. 2 приведены значения зазоров между пуансоном и матрицей в зависимости от возникновения вышеуказанного брака. На основании вышеприведенных данных построены гистограммы распределения по показателю зазор между матрицей и пуансоном при возникновении дефектов недопрессовки, наличие рваных поверхностей и гофры, показанных на рис. 1–3.

Анализ гистограммы (рис. 1) показал, что количество выявленных дефектов «недопрессовка» составило 2,95 %.

Анализ рис. 2 показал, что рваные поверхности, возникающие на отбортованных поверхностях жестяных консервных банок, составляют 1,15 %.

Анализ рис. 3 показал, что гофры на поверхности, возникающие на отбортованных поверхностях жестяных консервных банок, составляют 4,36 %. В итоге суммарная доля брака при формировании жестяных консервных банок составила 8,46 %. Механизм разрушения соответствует конструкционным упаковочным материалам из металла [6].

Для выявления возможных причин, приводящих к возникновению такого рода дефектов, использовалась причинно-следственная связь Исикавы, представленная в виде диаграммы на рис. 4 [7].

Таблица 1

Объемы производства жестяной тары

Производитель	Объемы производства, млн усл. шт.				
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
ОАО «Калининградский тарный комбинат»	300	323	351	368	390
ЗАО «ЖесьтьУпак»	179	216	220	237	270
ГК «Метарус»	290	180	200	176	220
ООО «Банкон»	216	205	210	168	160
ООО ПО «САНТ»	135	125	135	141	136
ОАО «Мурманский тарный завод»	100	105	110	131	130
Прочие	3410	3491	3389	3365	3331
Итого:	4630	4645	4615	4586	4637

Рис. 1. Гистограмма распределения зазора между пуансоном и матрицей при возникновении дефекта «недопрессовка»

Рис. 2. Гистограмма распределения зазора между пуансоном и матрицей при возникновении рваных поверхностей

Рис. 3. Гистограмма распределения зазора между пуансоном и матрицей при возникновении гофр поверхности

Рис. 4. Причинно-следственная диаграмма брака при штамповке консервной тары

Таблица 2

Значения зазоров между пуансоном и матрицей

№ замера	Значение зазора, 10^{-3} мм			№ замера	Значение зазора, 10^{-3} мм			№ замера	Значение зазора, 10^{-3} мм			№ замера	Значение зазора, 10^{-3} мм		
	1	2	3		1	2	3		1	2	3		1	2	3
1	16	18	10	26	12	24	11	51	14	14	24	76	16	17	15
2	13	19	23	27	24	18	12	52	11	13	5	77	20	12	19
3	10	16	22	28	9	16	16	53	10	18	18	78	15	16	12
4	20	16	20	29	27	14	21	54	12	13	6	79	17	13	15
5	9	19	7	30	20	12	25	55	15	19	16	80	18	13	13
6	13	21	12	31	10	15	19	56	9	11	16	81	13	14	16
7	16	16	20	32	14	24	20	57	13	11	14	82	6	22	24
8	13	14	14	33	16	21	21	58	12	11	8	83	13	21	17
9	17	15	20	34	14	12	12	59	12	13	17	84	16	15	12
10	19	15	16	35	17	12	14	60	16	14	9	85	10	13	22
11	16	14	17	36	13	16	20	61	13	12	20	86	10	23	14
12	20	14	14	37	24	12	22	62	18	18	18	87	17	16	23
13	20	19	16	38	19	19	17	63	12	13	19	88	18	16	20
14	20	23	16	39	11	12	14	64	14	19	19	89	20	10	19
15	16	18	10	40	5	13	10	65	9	15	22	90	10	14	10
16	14	13	19	41	20	13	18	66	6	15	18	91	13	17	19
17	11	7	14	42	16	20	15	67	16	15	15	92	14	26	11
18	14	20	15	43	4	15	24	68	17	14	18	93	16	15	11
19	14	14	13	44	9	19	13	69	21	19	18	94	11	22	19
20	8	18	10	45	9	13	10	70	14	17	19	95	11	13	14
21	17	18	15	46	19	17	19	71	15	17	20	96	16	13	17
22	22	12	16	47	15	17	17	72	18	19	17	97	17	17	21
23	14	13	14	48	12	21	24	73	14	16	21	98	24	14	20
24	16	18	18	49	11	18	12	74	17	13	15	99	14	16	17
25	21	13	19	50	16	8	21	75	15	12	15	100	13	18	26

Примечание. Значения зазоров 1, 2 и 3 соответствуют дефектам «недопрессовка», «наличие рваных поверхностей» и «гофры» соответственно.

Рис. 5. Диаграмма Парето по размерным дефектам тары: 1 – нарушение формы и размеров тары; 2 – трещины и разрывы на изделии; 3 – морщины и складки на изделии; 4 – недоштамповка изделия; 5 – царапины и задиры; 6 – отсутствие необходимой плоскостности изделий; 7 – прочие

Дефекты, образующиеся в процессе изготовления консервной тары, вызываются множеством причин и в зависимости от этого делятся на следующие виды [8]: дефекты по вине рабочего; дефекты по исходному материалу; дефекты, связанные с качеством изготовления и ремонтов штампов; дефекты, связанные с отступлением от технологии. Брак продукции при листовой штамповке подразделяется на исправимый (мелкие дефекты изделия, поддающиеся исправлению) и неисправимый (крупные дефекты изделия, которые не поддаются исправлению) [9].

Анализ диаграммы позволяет сделать вывод, что существует множество причин влияющих на брак продукции при штамповке. В частности, анализ дефектов, связанных с качеством изготовления и ремонта штампов, показал следующее. Недостаточно точная установка, износ и неисправность фиксирующих устройств штампов приводят к отклонению расположения заготовки относительно рабочих частей штампа, что приводит к таким дефектам, как нарушение формы и размеров консервной тары. В вытяжном штампе перекося прижимного кольца относительно зеркала матрицы или некорректная регулировка прижима заготовки приводят к таким дефектам, как возникновение трещин и разрывов на изделии. Излишняя сила прижима приводит к образованию морщинок и складок. Превышение при регулировании закрытой высоты прессы относительно закрытой высоты штампа и недостаточно большая мощность прессы вызывают недоштамповку изделия. Отсутствие тщательной доводки размеров рабочих частей штампа приводит к дефектам изделия по размерам. Недостаточная сила прижима, чрезмерный износ поверхностей рабочих частей штампа или неправильная конструкция вытяжного штампа вызывает такие дефекты, как морщинки и складки. При плоскостной правке листовых изделий основным видом дефектов является отсутствие необходимой плоскостности изделий. Недопустим большой износ радиуса закругления матрицы у вытяжных штампов, что приводит к образованию на изделиях царапин и задиоров. Анализ полученной диаграммы позволил сделать следующий вывод, что наиболее существенными причинами являются: нарушение формы и размеров тары, трещины и разрывы на изделии, морщины и складки на изделии, недоштамповка изделия.

С помощью диаграммы Парето (рис. 5) можно выявить дефекты, наиболее существенные по сравнению с другими.

Таким образом, из условия 20:80, т.е. выявленные 20% причин приводят к 80% брака: 1 – нарушение формы и размеров тары; 2 – трещины и разрывы на изделии; 3 – морщины и складки на изделии; 4 – недоштамповка изделия.

Чтобы устранить данные дефекты, необходимо предусмотреть корректирующие мероприятия организационно-технического характера.

Таким образом, применение статистических методов при поиске дефектов штамповки жестяной тары позволили оценить возникающий брак в процессе изготовления жестяной тары, который составил 8,46%, использовать причинно-следственную связь Исикавы возникновения возможных причин брака, а также определить причины возникновения таких дефектов, как недопрессовка, возникновение рваных поверхностей и гофр при отбортовке изделия. Одним из методов устранения повышенного зазора между матрицей и пуансоном можно рекомендовать широко используемую технологию наращивания изношенного металла наплавкой. Повышение стойкости вытяжных пуансонов и матриц достигается наплавкой твердыми сплавами (стеллитом, сормайтотом), хромированием и азотированием.

Список литературы

1. ГОСТ Р 52204-2004. Жесть холоднокатаная черная и белая. Технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 25 с.
2. ГОСТ 1050-2013. Металлопродукция из нелегированных конструкционных, качественных и специальных сталей. – М.: Стандартиформ, 2014. – 32 с.
3. ГОСТ 13345-85. Жесть. Технические условия. – Введ. 1987-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 20 с.
4. ГОСТ 26384-84. Банки жестяные цилиндрические круглые для консервов. Размеры конструктивных элементов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. – 15 с.
5. ГОСТ 5981-2011. Банки и крышки к ним металлические для консервов. Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2014. – 21 с.
6. Земсков Ю.П., Квашнин Б.Н., Дворянинова О.П. Конструкционные упаковочные материалы: учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2017. – 248 с.
7. Файзулина Р.В., Молева О.Н., Никифоров М.М. Качество жести для цельнотянутых двухэлементных банок [Электронный ресурс]. – URL: <https://niscu.ru/work/521634/Kachestvo-zhesti-dlya-celnotyanutykh> (дата обращения: 29.01.2018).
8. Статистические методы контроля качества [Электронный ресурс]. – URL: https://studme.org/1765030210908/menedzhment/statisticheskie_metody_kontrolya_kachestvahttps (дата обращения: 29.01.2018).
9. Норин В.А. Неразрушающий контроль качества: учебное пособие / В.А. Норин, В.Е. Гордиенко, Е.Г. Гордиенко и др. – СПб.: СПбГАСУ, 2013. – 104 с.