

ПРИМЕНЕНИЕ ДИАГРАММЫ ПАРЕТО ДЛЯ АНАЛИЗА ПОТЕРЬ ОТ БРАКА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

А. Г. ВЭРЭШ, О. П. МУРАВЛЕВ

(Представлена объединенным семинаром кафедр электрических машин и аппаратов
и общей электротехники)

Определение и анализ потерь от брака являются необходимой частью работ по управлению качеством при изготовлении асинхронных двигателей. Точный и объективный анализ потерь позволяет наметить наиболее эффективные мероприятия по повышению качества продукции.

Таблица 1

Номер дефекта	Дефект, отказ вид	Показатель потерь	
		число дефектов, отказов	затраты на брак и его исправление, руб.
1	Повреждены выводные концы	638	223,02
2	Витковое замыкание	384	855,02
3	Корпусное замыкание	130	374,78
4	Работа на двух фазах (плохой контакт)	118	687,64
5	Повреждение обмотки рожками при про- питке	144	175,12
6	Разное сопротивление фаз	54	122,16
7	Повреждены витки (при транспортировке)	24	16,98
8	Невыявленные причины замыкания обмотки	88	244,66
9	Плохая пайка наконечников выводных кон- цов	182	38 10
10	Задевание ротора за статор	18	112,40
11	Внутренний обрыв витка	74	70,74
12	Наружный обрыв витка	246	138,10
13	Неправильное подключение обмотки	2	11,38
14	Плохая околотка лобовых частей	60	9,56
15	Повреждение обмотки при попадании стружки	6	20,58
16	Неправильно выбран обмоточный провод	2	6,02

В данной работе предлагается метод анализа потерь от брака, основанный на использовании принципа Парето [1]. Основным элементом анализа является построение кривой кумулятивных потерь совокупности единиц, в которой упорядочены потери по величине в нисходящем или восходящем порядке. При этом потери и их носители разделяются на значительные и незначительные, что имеет большое значение при установлении потерь.

Для оценки потерь от брака целесообразно использовать следующие показатели:

- а) число дефектов того или иного вида;
- в) затраты, связанные с устранением брака или дефектов.

Рассмотрим метод анализа потерь на конкретном примере — для обмотки асинхронных двигателей серии АО2 третьего и четвертого габаритов.

На основании результатов контрольных испытаний 40000 обмоток и карт о браке, в которых указываются затраты на устранение брака или стоимость окончательного брака, составлена табл. 1. В табл. 1 пронумерованы виды дефектов и брака и определены показатели потерь. Эта таблица является исходной для дальнейшего анализа.

Таблица 2

Номер дефекта, отказа	Число дефектов, отказов	Кумулятивное число дефектов	
		абсолютное	в %
		638	29,4
1	638	638	29,4
2	384	1022	47,0
12	246	1268	59,3
9	182	1450	66,7
5	144	1594	73,5
3	130	1724	79,3
4	118	1842	84,8
8	88	1930	88,9
11	74	2004	92,2
14	60	2064	94,8
6	54	2118	97,5
7	24	2142	98,6
10	18	2160	99,5
15	6	2166	99,7
13	2	2168	99,9
16	2	2170	100,0
Итого		2170	

Таблица 3

Номер дефекта, отказа	Затраты, руб.	Кумулятивные затраты	
		абсолютные	в %
2	955,02	955,02	28,9
4	687,64	1642,66	49,7
3	474,78	2117,44	63,9
1	244,66	2362,10	71,4
8	223,02	2585,12	78,3
5	175,12	2760,24	83,7
12	138,10	2898,34	87,6
6	122,16	3020,50	91,5
10	112,40	3132,90	94,8
11	70,74	3203,64	96,8
9	38,10	3241,71	98,2
15	20,58	3262,32	98,7
7	16,98	3279,30	99,3
13	11,38	3290,68	99,7
14	9,56	3300,24	99,9
16	6,02	3306,26	100,0
Итого		3306,26	

Данные табл. 1 для обеспечения возможности проведения анализа необходимо упорядочить по каждому показателю — числу дефектов и величине затрат. Для этого виды дефектов выписываются в порядке убывания одного из показателей. Результаты перегруппировки представлены в табл. 2, 3. По этим таблицам видно, что уже первые три вида дефектов включают около 60% всех встречающихся дефектов и потерь у обмотки.

Еще нагляднее выступает данное обстоятельство в графиках, представленных на рис. 1, 2. Каждый рисунок содержит два графика, которые дают информацию потерь по системе Парето. У обоих графиков на оси абсцисс изображены все 16 видов дефектов в порядке, определенном величиной соответствующих показателей потерь, а на оси ординат — величины потерь. В диаграммах, помещенных в правой части каждого рисунка, показывается ход распределения в нисходящем порядке упорядоченных величин показателей потерь.

Основным графиком анализа Парето является кривая Лоренца кумулятивных потерь, которая наглядно отражает доленое влияние каждого дефекта на общие потери. Эта кривая имеет явно выраженный характер резкого подъема в первоначальной левой части графика и постепенного замедления роста в правой части. Так как порядок нумера-

ции на рисунках не совпадает с номером дефекта в порядке величины показателя потерь, поэтому под основной шкалой нанесена дополнительная, отражающая этот момент. Это позволяет сравнивать отдельные величины потерь на всех рисунках.

Кривая кумулятивных потерь позволяет определить те дефекты обмотки, на которых необходимо сосредоточить внимание, чтобы уменьшить количество брака на предприятии. На основе кривых кумулятив-

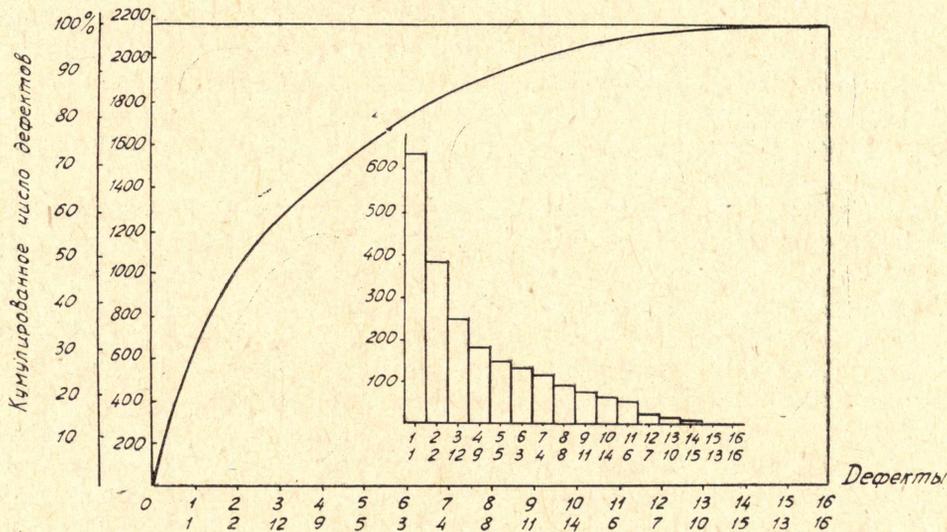


Рис. 1. Кривая Лоренца кумулятивных потерь и диаграмма дефектов

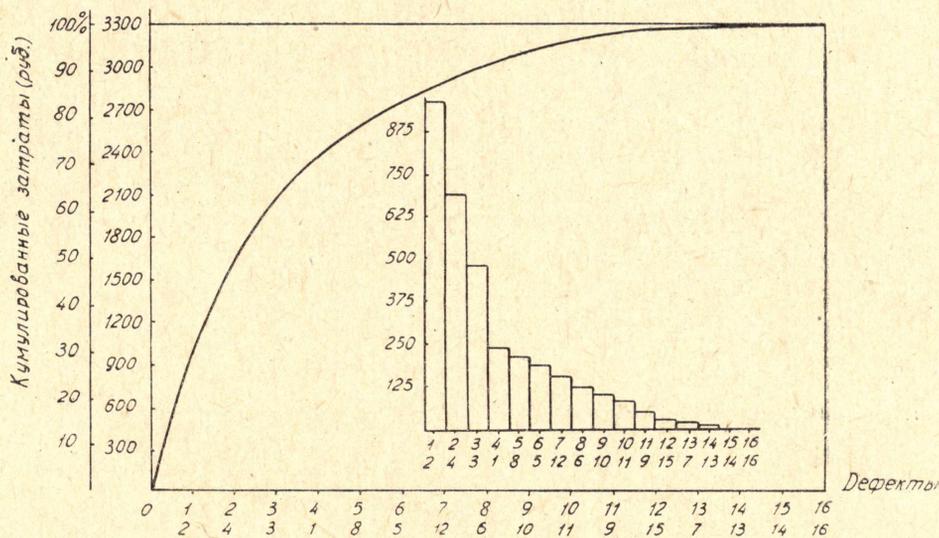


Рис. 2. Кривая Лоренца кумулятивных потерь и диаграмма затрат

ных потерь и диаграмм определяются дефекты, потери от которых на заводе имеют наибольший удельный вес в общих потерях на брак для обмотки. Это дефекты с номерами 1, 2, 3, 4. Основными причинами повышенного количества витковых и корпусных замыканий обмотки является недостаточно высокая культура обмоточно-изолировочных работ. Кроме того, большое количество корпусных замыканий происходит из-за большой величины заусенцев по периметру вырубке листа. Отказы по причине дефекта номер 4 имеют место из-за плохого контакта выводных

концов с обмоткой, а также плохой пайки выводных концов с наконечниками. При анализе причин дефекта номер 1 было установлено, что изоляция выводных концов повреждается в основном на операциях запрессовки пакета статора в станину и при окончательной обработке замков станины на полуавтоматах.

Диаграмму потерь Парето можно использовать для анализа дефектов и отказов двигателя в целом. В этом случае необходимо подготовить логическую совокупность, составленную из непосредственных носителей дефектов или отказов двигателя. Ими могут быть так называемые самостоятельные функциональные группы, которые обеспечивают некоторую функциональную деятельность асинхронного двигателя. Таких функциональных групп у асинхронного двигателя можно назвать восемь: обмотка, сердечник статора, ротор, вал, подшипниковый щит, станина, подшипниковая крышка и коробка выводов.

Для этой совокупности функциональных групп составляются таблицы и графики потерь по принципу Парето. На основе заключений, выработанных при помощи таблиц и графиков, можно установить критерий для выбора функциональных групп, для которых в первую очередь целесообразно разрабатывать мероприятия по повышению качества. В частности, можно сократить число функциональных групп для двигателя до шести, так как статистика показывает, что у подшипниковых крышек и коробок выводов практически дефектов не наблюдается.

Таким образом, предложенный метод анализа потерь от брака на основе принципа Парето выявляет слабые места технологических процессов, которые являются основными источниками повышенного брака, и позволяет своевременно оказывать вмешательство на его снижение. Наглядность и простота построения диаграмм затрат позволяет применять метод для оценки потерь от брака отдельных деталей и узлов двигателя, а также использовать его практически для всех электрических машин. В заключение следует отметить, что предложенный метод для анализа потерь от брака не ограничивается решением только этой задачи. Диаграммы и графики Парето позволяют решить широкий круг производственных задач, связанных с изготовлением асинхронного двигателя. В частности, используя индексацию Парето, можно проводить оценку эффективности работы цехов, отделов, систем контроля за качеством изготовления и т. п.

ЛИТЕРАТУРА

1. Системы управления качеством продукции. М., Изд-во стандартов, 1972.
-