

© Н.Б. Пугачева, 2012 г.  
 Институт машиноведения УрО РАН  
 г. Екатеринбург,  
 © А.В. Лебедь ОАО «РЗ ОЦМ», г. Ревда,  
 © Н.С. Мичуров, 2012 г.  
 ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет  
 имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»  
 г. Екатеринбург  
*n.michurov@gmail.com*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЛИЧЕСТВА $\alpha$ -ФАЗЫ В ЛАТУНИ ЛМцАЖН НА ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЕ

Легированная латунь марки ЛМцАЖН 59-3,5-2,5-0,5-0,4 предназначена для изготовления блокирующих колец синхронизатора коробки передач отечественных автомобилей, производимых на ОАО «АВТОВАЗ». Кольца штампуются из прессованных трубных заготовок, изготавливаемых на ОАО «Ревдинский завод по обработке цветных металлов». Недопустимо растрескивание трубных заготовок в процессе хранения или транспортировки, а также разрушение заготовок в процессе прессования колец. Причиной такого эффекта может быть недостаточное количество  $\alpha$ -фазы в латуни этой марки. Установлено, что для исключения растрескивания заготовок содержание этой фазы должно быть не менее 5 об.%, что определяется методом количественного металлографического анализа по вырезанным из каждой партии труб образцам. Целью данного исследования является разработка метода неразрушающего контроля, позволяющего контролировать весь объем заготовок.

Для исследования с ОАО «РЗ ОЦМ» поступили 8 образцов латуни ЛМцАЖН 59-3,5-2,5-0,5-0,4 с различным содержанием  $\alpha$ -фазы. Целью исследования было выявление зависимости электромагнитных свойств от содержания  $\alpha$ -фазы. Данные о содержании  $\alpha$ -фазы, предоставленные заводом-изготовителем, представлены в табл. 1.

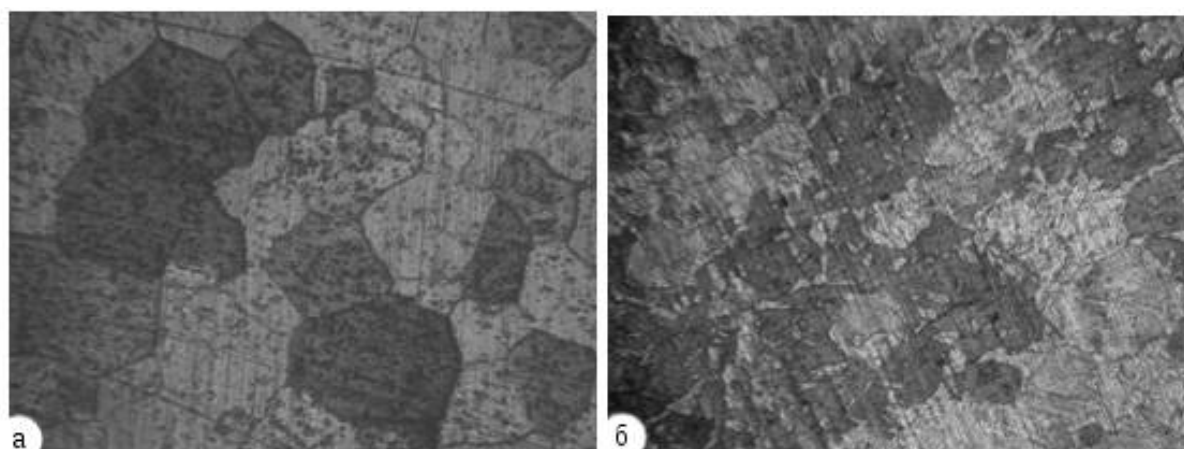
Таблица 1

Данные о содержании  $\alpha$ -фазы в образцах

№ образца	1	2	3	4	5	6	7	8
Содержание $\alpha$ -фазы, об.%	0	0	5	20-25	неизвестно	неизвестно	неизвестно	неизвестно

Для проверки содержания  $\alpha$ -фазы в исследуемых образцах, было проведено металлографическое исследование структуры образцов на оптическом микроскопе Neophot 21 согласно ГОСТ 21073.1-75 «Металлы

цветные. Определение величины зерна методом сравнения со шкалой микроструктур». Микроструктура исследуемых латуней представлена на рис. 1. Результаты металлографического исследования приведены в табл. 2.



100 мкм  
Рис. 1. Микроструктура латуни: а) с 5 %  $\alpha$ -фазы; б) с 20 %

Данные, полученные металлографическим анализом, были проверены рентгеноспектральным анализом исследуемых образцов. Результат представлен в таблице 2.

Таблица 2

Данные металлографического и рентгеноспектрального исследований

Номер образца	1	2	3	4	5	6	7	8
Содержание $\alpha$ -фазы, % (металлографическое исследование)	0	0	до 5	до 5	20	20-25	25	10
Содержание $\alpha$ -фазы, % (рентгеноструктурный анализ)	ок. 5	следы	ок. 5	ок. 5	15-20	15-20	20-25	10

Исходя из сравнения данных, представленных в табл. 2, можно считать, что различие результатов измерения двумя различными методами содержания  $\alpha$ -фазы в исследуемых образцах незначительно.

Следующим этапом исследования образцов было измерение удельного сопротивления. Для этого было проведено пять измерений электрического сопротивления каждого из образцов на микроомметре БСЗ-010-2. На основе среднего значения электрического сопротивления образца и данных о геометрии для каждого образца было рассчитано удельное электрическое сопротивление. Полученные результаты приведены в табл. 3.

По данным табл. 3 был построен график зависимости величины удельного электрического сопротивления от содержания  $\alpha$ -фазы в латуни (рис. 2). Зависимость показывает, что с увеличением содержания  $\alpha$ -фазы возрастает удельное электрическое сопротивление. Это объясняется тем, что для  $\alpha$ -фазы характерны меньшие удельное электрическое сопротивление и другие электромагнитные свойства, чем для  $\beta$ -фазы.

Таблица 3

Результат вычисления удельного сопротивления

Номер образца	$\alpha$ -фаза, %	Измерение сопротивления, мкОм					$R_{cp} \cdot 10^6$ , Ом	$\rho \cdot 10^9$ , Ом*м
		1	2	3	4	5		
1	0	244,44	244,15	243,31	245,22	244,23	244,27	170,19
2	0	228,91	228,94	228,95	228,86	228,95	228,92	174,73
3	5	223,59	223,46	226,34	225,49	225,79	224,93	169,64
4	5	234,02	233,80	233,93	233,98	234,01	233,95	177,72
5	20	238,22	238,24	238,22	238,24	238,20	238,22	182,25
6	20	253,50	252,48	254,02	252,99	253,54	253,31	191,50
7	25	239,83	241,48	241,29	240,88	241,04	240,9	186,08
8	10	236,93	237,50	235,72	237,44	237,23	236,96	178,72

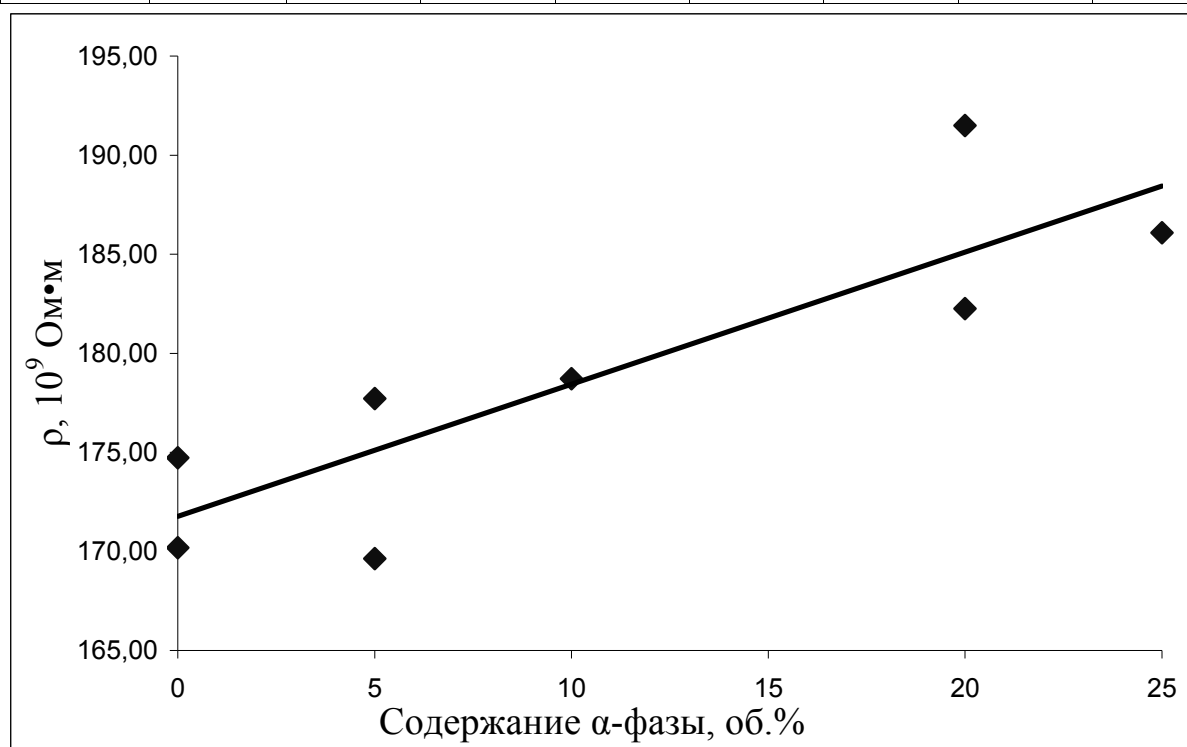


Рис. 2. Зависимость удельного электросопротивления от содержания  $\alpha$ -фазы

На завершающем этапе было проведено измерение твердости исследуемых образцов методом Роквелла, индентор – металлический шар, нагрузка 100 кгс. Результаты измерения приведены в табл. 4.

На основе результатов измерения твердости и данных о содержании  $\alpha$ -фазы в образцах был построен график зависимости твердости от содержания в образце  $\alpha$ -фазы (рис. 3). Так как  $\alpha$ -фаза является более пластичной, то с увеличением ее содержания твердость должна уменьшаться, что и можно увидеть на графике.

Таблица 4

Результаты измерений твердости методом Роквелла

Номер образца	Результаты измерений			Среднее значение
	1	2	3	
1	85	86	87	86
2	86	86	86	86
3	86	86	85	86
4	85	85	85	85
5	77	76	86	80
6	82	83	81	83
7	82	82	82	82
8	85	86	86	86

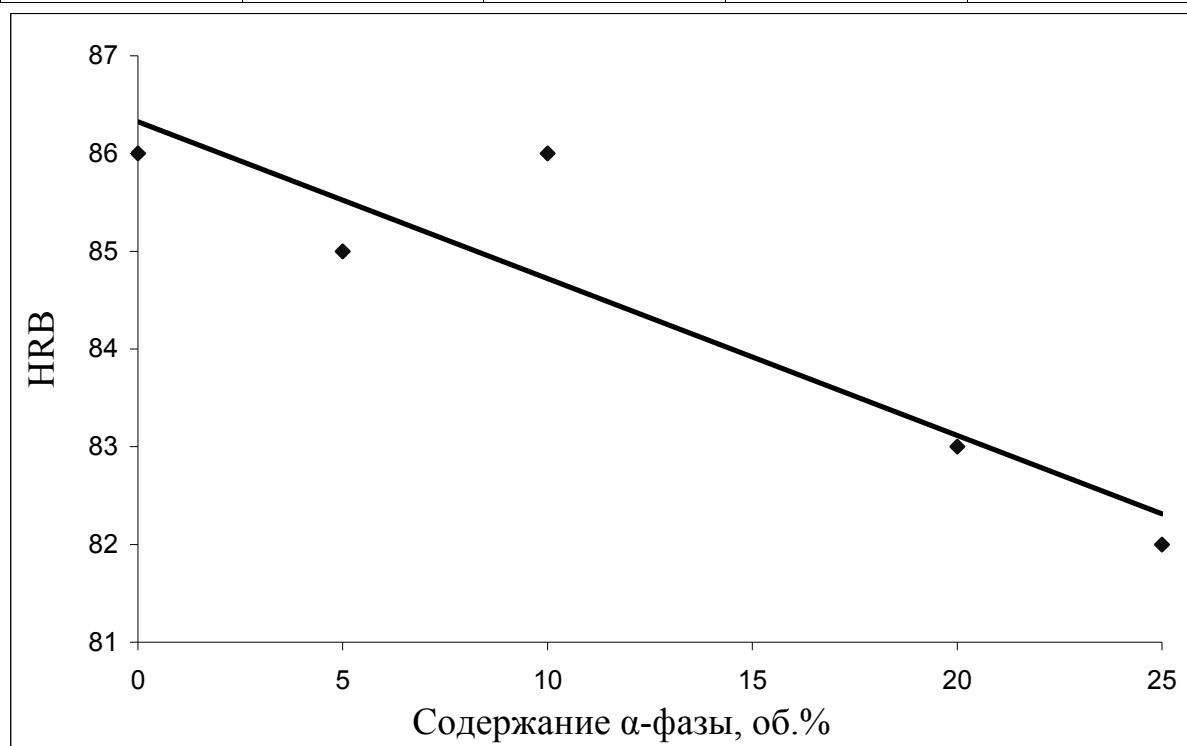


Рис. 3. Зависимость твердости от содержания  $\alpha$ -фазы

Проведенные исследования показали, что по изменению значений электрического сопротивления возможно проводить контроль содержания  $\alpha$ -фазы в легированной латуни марки ЛМцАЖН 59-3,5-2,5-0,5-0,4.