

ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПОСЛЕ ШЛИФОВАНИЯ ИМПРЕГНИРОВАННЫМ И СТАНДАРТНЫМ АБРАЗИВНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

Митрофанов А.П.¹, Боровкова Е.С.¹, Мухина К.А.¹

¹*Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет» Волжский, Россия (404121, Волжский, ул. Энгельса, 42а), e-mail: vto@vpi.ru*

Проведены исследования поверхности полученной после шлифования импрегнированным и абразивным инструментом с помощью растрового двухлучевого электронного микроскопа Versa 3D LoVac. Элементный анализ проводили на металлических образцах из стали 12X18H9T где обследовалась область площадью 7000 нм² и небольшие локальные участки. В локальных участках контактного взаимодействия, наблюдается повышенное содержание не металлов, так углерода увеличивается в 6 раза, кислорода в 1,7 раза, и в 15 раз больше присутствия азота. В зоне непосредственного контактного взаимодействия абразивного зерна с обрабатываемым материалом, происходит интенсификация химического взаимодействия продуктов импрегнатора с металлом с образованием химических соединений. Результаты исследования говорят о локальном влиянии импрегнатора на процесс контактного взаимодействия. Данное обстоятельство имеет положительный характер, т.к. химический состав самой поверхности не изменяется, а всё влияние импрегнатора проявляется непосредственно в зоне контактного взаимодействия абразивного зерна с обрабатываемым материалом.

Ключевые слова: элементный анализ поверхности, импрегнированный абразивный инструмент, контактное взаимодействие.

ELEMENTAL ANALYSIS SURFACES AFTER GRINDING STANDARD AND IMPREGNATED ABRASIVE TOOL

Mitrofanov A.P.¹, Borovkov E.S.¹, Mukhina K.A.¹

¹*Volzhsky Polytechnic Institute (branch) of "Volgograd State Technical University" Volzhsky, Russia (404130, Volzhsky, Engels st., 42a), e-mail: vto@vpi.ru*

Investigations of the surface obtained after grinding and abrasive tools impregnated with a scanning electron microscope, two-beam Versa 3D LoVac. Elemental analysis was performed on metallic samples of steel has been investigated area where 12X18H9T area of 7000 nm² and small local areas. In the local areas of contact interaction, increased content of metals is not so increased carbon 6 times, oxygen of 1.7 times and 15 times as much nitrogen. In the zone of direct contact with the interaction of the abrasive grain treated material is intensification of chemical interaction products impregnator with metal to form chemical compounds. The results suggest the influence of the local impregnator on the process of contact interaction. This fact is positive, since the chemical composition of the surface does not change, but all impregnator effect manifests itself in the zone of contact with the abrasive grain interactions processed material.

Keywords: elemental analysis of the surface impregnated with abrasive tool, contact interaction.

Важнейшим фактором обеспечения заданного качества поверхности при изготовлении детали и поддержания его на заданном уровне в процессе эксплуатации является внешняя среда, обладающая специальными физическими и химическими свойствами. В экстремальных условиях контактного взаимодействия внешняя среда вступает во взаимодействие с контактируемыми поверхностями, изменяя их первоначальное состояние [5].

Исследование взаимодействия внешней среды с контактируемыми поверхностями находится на стыке нескольких научных направлений, таких как трибология, механохимия и физика твердого тела. Влияние импрегнирования абразивного инструмента на физико-

химические процессы в зоне резания является ярким примером действия внешней среды[3,4].

Описание процесса и методики импрегнирования абразивного инструмента представлено в работе [2].

Наиболее информативным методом оценки химического состояния поверхностного слоя является элементный анализ, который реализуется с помощью различных специальных приборов таких как, Оже-спектрометр, масс-спектрометр вторичных ионов и др.[1].

Методика эксперимента

Исследование химического состава и структуры поверхности обрабатываемого материалов проведены на основе последних мировых достижений в области физических методов контроля качества поверхности с использованием растрового двухлучевого электронного микроскопа Versa 3D LoVac.

Для анализа элементного состава поверхности на исследуемой поверхности выбирается область площадью 7000 нм² и небольшие локальные участки. Исследование проводят в условиях высокого вакуума, следовательно, физически адсорбированных атомов не останется, т.е. на поверхности будут присутствовать только соединения с сильной химической связью.

Для проведения исследований подготовлены образцы из стали 12X18H9T размером 10×10×1 ммпрошлифованные импрегнированным и стандартным абразивным инструментом. При следующих режимах шлифования: глубина шлифования t (подача на ход стола) $t = 0,01$ мм, продольная подача $V_s = 12$ м/мин, величина снимаемого припуска составляла 0,2 мм.

Результаты и их обсуждение

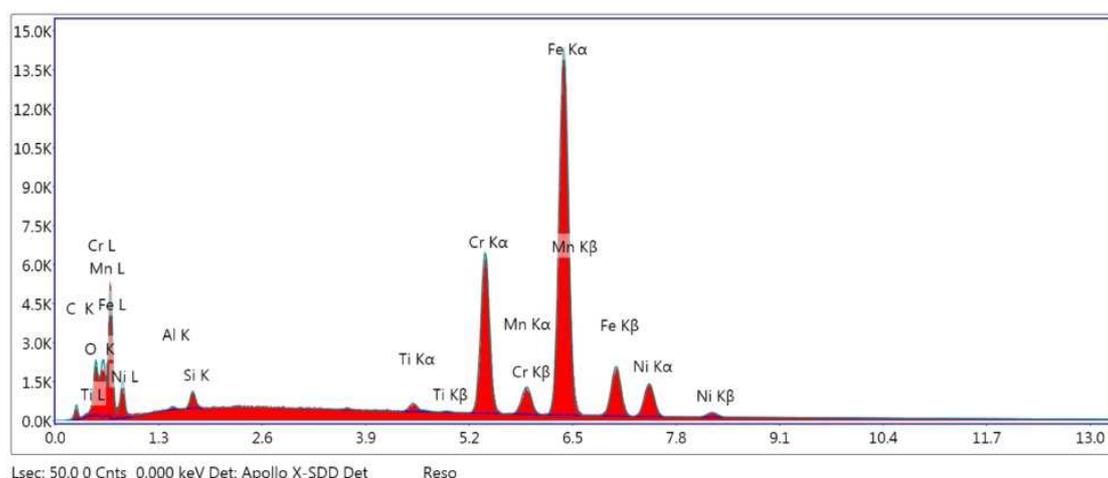


Рис. 1. Спектральный анализ поверхности обработанной стандартным абразивным инструментом

Результаты исследования (рис. 1) поверхности шлифованной стандартным абразивным инструментом представлены в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав образца на поверхности

Элемент	Весовая доля, %	Атомная доля, %	Погрешность %
C	3,27	12,65	12,01
O	2,54	7,13	8,16
Al	0,16	0,28	33,67
Si	0,8	1,32	10,41
Ti	0,6	0,58	12,81
Cr	15,51	13,91	1,83
Mn	1,3	1,1	11,06
Fe	66,54	55,44	1,88
Ni	9,25	7,33	3,98

Исследование образца при шлифовании импрегнированного абразивного инструмента изучали поверхность большой площади 7000 нм² (рис. 2) и локальные участки (рис. 3) представляющие собой следы контактного взаимодействия абразивного зерна или связки с обрабатываемой поверхностью.

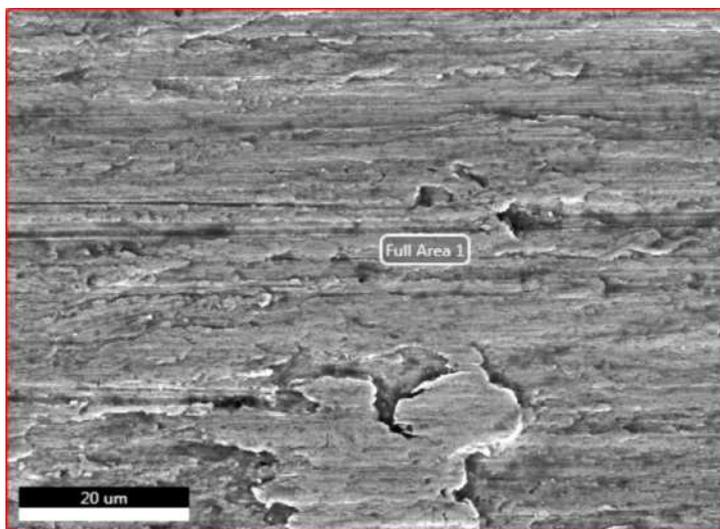


Рис. 2. Исследуемый участок поверхности обработанной импрегнированным абразивным инструментом

При осмотре обработанной поверхности обнаружен участок контакта абразивного зерна, выраженный углубленной площадкой (рис. 3). С целью сравнительного анализа химического состава поверхности данного участка (2) с более масштабной областью контактного взаимодействия (1), проведены исследования элементного состава и приведены количественные значения данного сравнения (табл. 2).

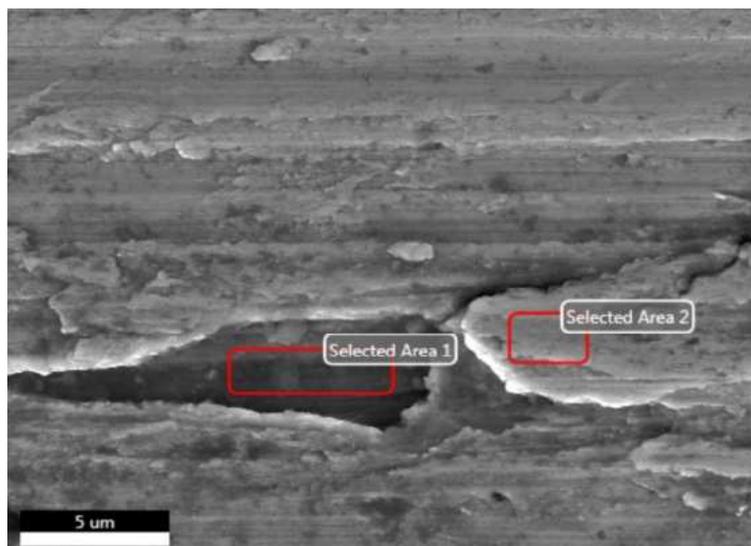


Рис. 3. Исследуемый локальный участок поверхности

Таблица 2

Элементный состав исследуемых поверхностей

Элемент	Весовая доля, %		Атомная доля, %		Погрешность %	
	1	2	1	2	1	2
C	2,91	18,9	11,24	45,99	12,52	9,24
N	0,08	1,25	0,25	2,6	99	23,5
O	3,07	4,95	8,91	9,05	8,26	9,21
Na	-	2,35	-	2,99	-	11,33
Mg	-	0,25	-	0,3	-	17,34
Al	0,18	0,26	0,32	0,29	28,71	15,07
Si	0,56	0,94	0,92	0,97	11,48	8,48
S	-	0,07	-	0,07	-	33,25
Cl	0,07	0,17	0,09	0,14	58,02	16,12
K	-	0,33	-	0,25	-	12,17
Ca	0,19	0,39	0,22	0,28	24,93	13,4
Ti	0,96	0,52	0,93	0,32	7,88	12
Cr	15,41	12,13	13,77	6,82	1,85	1,8
Mn	1,4	1,25	1,18	0,67	9,71	8,72
Fe	66,18	49,79	55,04	26,06	1,89	1,78
Ni	9	6,44	7,12	3,21	3,99	3,76

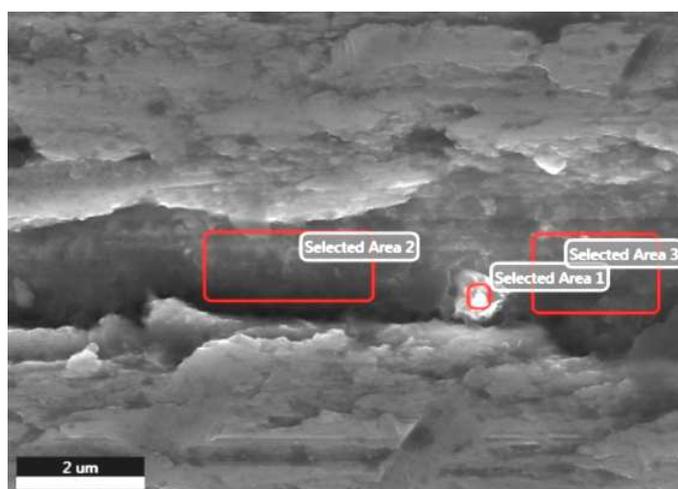


Рис. 4. Исследуемый участок поверхности движения абразивного зерна

В ходе проведения исследований обнаружен ярко выраженный след движения абразивного зерна с присутствием в анализируемой зоне микро скола. Элементный анализ данной зоны позволит оценить химию процесса контактного взаимодействия и ее динамику. Для этого выбраны три исследуемой области: область предполагаемого зерна; контактная зона до скола; контактная область после скола (рис. 4). Результаты анализа представлены в табл. 3.

Таблица 3

Элемент	Весовая доля, %			Атомная доля, %			Погрешность %		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
C	5,33	9,01	9,87	13,12	29,47	30,7	11,6	10,9	10,12
N	0,48	0,52	0,44	1,01	1,45	1,18	22,88	46,81	99
O	17,09	2,35	2,71	31,57	5,78	6,32	7,75	9,15	9,11
Na	-	-	1,44	-	-	2,33	-	-	13,57
Mg	-	-	0,46	-	-	0,7	-	-	15,29
Al	22,6	0,12	0,48	24,76	0,18	0,66	6,6	34,23	13,46
Si	0,31	0,49	0,76	0,33	0,68	1,01	13,29	11,41	10,12
S	0,09	0,09	0,21	0,08	0,11	0,24	30,32	33,7	15,5
Cl	0,12	0,09	0,18	0,1	0,1	0,19	21,46	38,56	18,41
K	0,15	0,2	0,25	0,11	0,2	0,24	19,98	17,42	15,38
Ca	0,31	0,57	0,81	0,23	0,56	0,76	16,52	11,81	7,96
Ti	0,35	0,53	0,61	0,21	0,44	0,48	15,46	12,94	11,49
Cr	10,56	14,93	14,27	6	11,28	10,25	2,01	1,83	1,83
Mn	1,16	1,48	1,51	0,62	1,06	1,03	11,1	8,77	7,99
Fe	37,88	61,95	58,68	20,05	43,57	39,24	1,89	1,87	1,86

Ni	3,58	7,67	7,32	1,8	5,13	4,66	5,34	3,98	3,94
----	------	------	------	-----	------	------	------	------	------

Результаты анализа подтверждают (табл.3), предположение о нахождение в зоне контакта микро скола абразивного зерна, в виду высоких наблюдаемых значений алюминия и кислорода. На поверхности зерна сохраняется общая тенденция высокого содержание не металлов и пониженное значение металлов, т.е. зерно покрыто химическими соединениями, что говорит об отсутствии чистого адгезионного контакта зерна с обрабатываемым материалом. Таким образом, на лицо проявление экранирующего действия импрегнатора на контактные процессы.

В локальных участках контактного взаимодействия, наблюдается повышенное содержание не металлов, так углерода увеличивается в 6 раза, кислорода в 1,7 раза, и в 15 раза больше присутствия азота. При этом процентное содержание металлов заметно снижается. Анализируя атомные и весовые доли, можно сделать заключение о непосредственном химическом взаимодействии металлов входящих в состав стали, с веществами, образующимися при термическом разложении импрегнатора. Так, атомная доля металлов в среднем снижается в 2 раза, по сравнению с весовой долей. Тогда как у не металлов происходит все с точностью наоборот. Также в локальных участках обнаружено не большое количество атомов кальция, калия и магния, что указывает о контактом взаимодействии со связкой инструмента.

Таким образом, в локальных участках поверхности в зоне непосредственного контактного взаимодействия абразивного зерна с обрабатываемым материалом, происходит интенсификация химического взаимодействия продуктов импрегнатора с металлом с образованием химических соединений.

Сопоставляя данные, полученные при анализе области до и после скола зерна, можно сделать следующие выводы. Количественный и качественный состав металлов входящих в структуру стали существенно не меняется. Аналогично и касательно элементов углерода, кислорода и азота. В третьей области появляются атомы натрия и магния, при повышенных значениях атомов калия, кальция и кремния, что может характеризовать разрушение связки после скола зерна. Отмечается повышенное содержание атомов хлора, которые попадают в данную область возможно в результате разрыва плотного контакта после скалывания зерна.

Полученные значения химического анализа зоны контактного взаимодействия подтверждают ранее сделанные выводы при сопоставлении с результатами, которые наблюдаются при оценке более масштабных областей.

Подводя итоги полученных результатов элементного анализа поверхности обработанной импрегнированным абразивным инструментом, пропитанным модернизированным составом, можно сделать заключение о локальном влиянии

импрегнатора на процесс контактного взаимодействия. Несомненно, данное обстоятельство имеет положительный характер, т.к. химический состав самой поверхности не изменяется, а все влияние импрегнатора проявляется непосредственно в зоне контактного взаимодействия абразивного зерна с обрабатываемым материалом.

Применение электронного микроскопа Versa 3D LoVac позволило подтвердить влияние импрегнатора на процесс резания. Химический состав обработанной поверхности значительно модифицируется, что влечет за собой изменение механизмов контактного взаимодействия.

Список литературы

1. Баранов, А.В. Спектральный элементный анализ стальных поверхностей трения / А.В. Баранов, В.А. Вагнер, О.В. Быкова // Ползуновский альманах. – 2008. - №3. – С. 35-36
2. Митрофанов А.П., Носенко В.А., Бутов Г.М. Состав для пропитки абразивного инструмента // Патент России №2440886. – 2012. Бюл. №3.
3. Никитин А.В. Шлифование труднообрабатываемых материалов импрегнированными кругами как способ повышения их режущих свойств / А.В. Никитин // Инструменты и технологии. – 2010. - № 2. – С. 52-58.
4. Носенко В.А., Повышение эффективности процесса шлифования с использованием импрегнирования абразивного инструмента / В. А. Носенко, А. П. Митрофанов // Научные технологии в машиностроении. – 2012. - № 11. – С. 9-14.
5. Юсупов, Г. Х. Влияние физико-химических явлений на взаимосвязь абразивных зерен с обрабатываемым материалом в процессе резания / Г. Х. Юсупов, Колев С. А. // Интеллектуальные системы в производстве. – 2010. - № 1. – С. 206-209.

Рецензенты:

Санинский В.А., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Технология и оборудование машиностроительных производств», Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», г. Волжский;

Пушкарев О.И., д.т.н., профессор, профессор кафедры «Общетехнические дисциплины», Волжский институт строительства и технологий (филиал) ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет», г. Волжский.