

М. В. КАСЬЯН, А. А. ЕГНАЗАРЯН

К ВОПРОСУ О СОРБЦИОННЫХ ЯВЛЕНИЯХ ПРИ РЕЗАНИИ МЕТАЛЛОВ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

Явления, происходящие на поверхности контакта «обрабатываемая деталь—режущий инструмент», характеризуются не только высокой температурой и значительными напряжениями. Существенны и явления, связанные с сорбционными процессами, протекающими на поверхностях контакта и на вновь образуемых поверхностях срезаемого металла. Поэтому весьма важно исследовать эти сорбционные процессы, т. е. адсорбцию на поверхностях контакта тех или иных составляющих окружающей среды и процессы дегазации деформируемого металла. Актуальность этого вопроса вытекает из того, что эти явления могут отразиться на условиях теплопередачи сопрягаемых и свободных поверхностей, на диффузионных процессах, а это, в свою очередь, может отразиться на интенсивности изнашивания рабочих поверхностей режущего инструмента.

Одним из внешних проявлений этих процессов служит изменение цвета стружки. Так как причиной изменения цвета стружки может быть выход дислокаций на поверхность, мы нашли необходимым эксперименты провести в различных средах: в обычной атмосфере, в аргоне и в гелии.

При этом было установлено, что при резании в инертных средах имеет место также изменение цвета срезаемой стружки при одних и тех же параметрах режимного поля и обработке стали СТ. 20.

Это несколько настораживает, особенно если учесть, что при дуговой сварке в среде аргона или гелия в зоне сварки цвет металла шва не меняется. Оригинально и то, что если синюю стружку нагреть до 350°C в глицерине, то этот приобретенный синий цвет исчезает.

Можно сделать предположение, что изменение цвета в процессе образования стружки происходит не только в результате сорбционных явлений под влиянием окружающей среды, но и в результате дегазации обрабатываемого металла и материала режущего инструмента при деформации и повышении температуры в зоне резания. Как известно, сталь СТ. 3 отличается тем, что даже при стабильном технологическом процессе плавки и розлива типы неметаллических включений и их распределение сильно различаются.

Для внесения некоторой ясности экспериментально изучено пове-

образование стружки, срезанной с указанной стали в сопоставлении с поведением недеформированного образца из той же стали.

На токарном станке 1 (рис. 1) была приспособлена герметическая камера 3. Супорт с резцом 11, перемещаясь вдоль оси заготовки 2 по направляющим в камере для соответствующей жесткости, осуществлял процесс резания вращающейся болванки-заготовки при режимах: скорость резания—43 м/мин, подача—0,3 мм/об., глубина резания—1 мм, резец проходной, армированный сплавом Т15К6.

Форвакуумным насосом в камере 3 создается разряжение $2 \cdot 10^{-2}$ мм рт. ст. и ловушка 7 заливается жидким азотом для предохранения от возможности попадания масла в камеру 3. Пользуясь агрегатом ВА-05—4 (на рис. 1 за № 12) вакуум доводится до $2 \cdot 10^{-5}$ мм рт. ст. Проверка герметичности состоит в определении интенсивности изменения вакуума. За норму принята

$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = 15 \frac{\text{мм рт. ст.}}{\text{час}}.$$

Заполняя камеру аргонem и гелием последовательно, с доведением давления до одной атмосферы, мы осуществляли процесс резания и полученные стружки в дальнейшем сопоставляли и изучали.

Рабочее давление газа в камере при резании мало изменялось.

Методика определения составов газов в стружках, полученных в различных средах, и образца из исходного металла, сводилась к следующему: испытуемый образец 1 (рис. 2) приблизительно длиной 100 мм помещался в камеру 10 и постепенно нагревался токопроводами 16 в начале до 700°C с последующим нагревом до 1200°C пропусканием тока. До начала нагрева испытуемого образца в системе камер 10, 9 и 6 создавался вакуум $1,4 \cdot 10^{-6}$ мм рт. ст. Вакуум контролировался при помощи монотрических преобразователей 3 (марки ЛН-2) и 4 (марки ЛТ-2).

Для анализа выделяемых газов использовался омегатронный массанализатор типа ИПДО-1 соответствующей характеристики.

Для получения высокого вакуума в системе использовался электроразрядный насос с холодными катодами типа НЭМ-300 со скоростью откачки 300 литров /секунду. Для исключения возможного загрязнения системы парами масла предварительное разряжение $2 \cdot 10^{-4}$ мм рт. ст. осуществлялось откачкой турбомолекулярным насосом, показанным на рис. 2 под номером 14. Перед началом измерений была проведена градуировка омегатронного датчика 5 по потоку пробного газа через натекатель.

Измерения выполнялись в следующей последовательности: после получения вакуума $1,4 \cdot 10^{-6}$ мм рт. ст. в камерах 6, 9 и 10 ВМ-50 между объемами 6 и 9 (рис. 2, № 7) перекрывался. Затем через токопроводы 16 с изоляторами 2 подавалось напряжение на образец, который и нагревался до 700°C; перекрывался вентиль ВМ-50 между камерами 9 и 10 после заполнения их газом, выделившимся из образца в резуль-

тате его нагрева. Для взятия проб этих газов вентиль между камерами 6 и 9 открывался так, чтобы давление на лампе камеры 6 поддерживалось в пределах $5 \cdot 10^{-6}$ мм рт. ст. В такой же последовательности выполнялся анализ газов при нагреве до 1200°C .

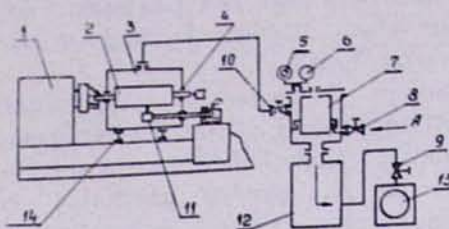


Рис. 1. Принципиальная схема экспериментального стенда:

- 1—токарно-винторезный станок 1А62;
- 2—испытуемый материал;
- 3—объем для создания различных сред;
- 4—уплотнение Вильсона;
- 5—монотрихический преобразователь ЛН-2;
- 6—монотрихический преобразователь ЛТ-2;
- 7—азотная ловушка;
- 8—вентиль для напуска гелия или аргона ДУ-25;
- 9—вентиль ДУ-50;
- 10—вентиль ДУ-40;
- 11—резкодержатель;
- 12—паромасляный насос-агрегат ВА-05-4;
- 13—форвакуумный насос ВН-2Г;
- 14—стойки для крепления объема к станку.

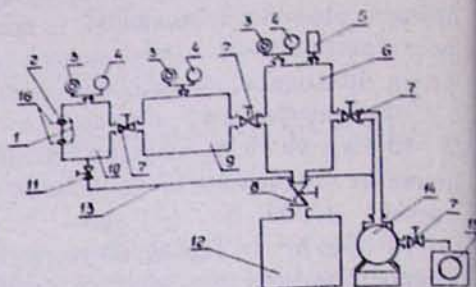


Рис. 2. Принципиальная вакуумная схема экспериментального стенда.

- 1—Экспериментальный образец стружки.
- 2—Керамический изолятор.
- 3—Манотрихический преобразователь ЛМ-2.
- 4—Манотрихический преобразователь ЛТ-2.
- 5—Масс-спектрометрический омега-тронный датчик РМО-АС.
- 6—Измерительный объем.
- 7—Вакуумный вентиль ЛЗМ-50.
- 8—Вакуумный шибер КШ-80.
- 9—Объем для сбора газов, выделяющихся от стружки.
- 10—Объем для нагрева стружки.
- 11—Вакуумный вентиль ВМ-25.
- 12—Электроразрядный насос НЭМ-300.
- 13—Вакуумпровод.
- 14—Турбомолекулярный насос ТМН-200.
- 15—Форвакуумный насос ВН-2МГ.
- 16—Токопроводы для нагрева стружки.

В таблице для краткости приведены все результаты исследований, причем выходное напряжение в вольтах приводится для каждого химического символа при двух разных вакуумах, двух разных температурах и в трех средах. Тут же для сопоставления приведены данные для исходного металла (сталь СТ. 3). Составленная таблица дает возможность проследить за изменениями выходных напряжений в зависимости от основных факторов.

Как видно из таблицы, заметным образом растет содержание азота. В самом деле при содержании азота в исходном металле, характеризуемом выходным напряжением 7 в, его содержание при резании в атмосфере при температуре $T=700^\circ\text{C}$ доходит до характеристики 16,5 в, при резании в среде гелия—до 12,5 в, а при резании в среде аргона падает до 7,2 в. Что касается кислорода, то он в основном на-

Хим. символ	Реакционная частота	Молек. вес	Выходное напряжение в вольтах										
			Исходный металл, ст. 3			Давление в сист. в мм рт. ст.		Среда: атмосфера		Среда: гелий		Среда: аргон	
			T = 1200			1,4 · 10 ⁻⁶ 5 · 10 ⁻⁶		T = 700, T = 1200		T = 700, T = 1200		T = 700, T = 1200	
MnO	64	70	21	—	—	21,5	21	23	22	15,5	15,5		
CaO	80	56	18	—	—	19	17,5	19	18	16,5	15		
CO ₂	102	44	23	6	6	20	21	10	23	20	43		
Ar	112	40	25	9,5	14	25	25	23	23	26	26		
O ₂	140	32	6	8	11	6	6	5	6	9	5		
CO N ₂	160	28	66	7,5	57	66,5	66	66	65	67	65		
F	236	19	22	—	—	37	48	55	61	13,5	50		
H ₂ O	249	18	9	3,5	8,5	13	16	19,5	24	20	5,5		
OH	262	17	9,5	2	6	9	13	10	12	10	13		
O	280	16	8	2	5,5	8	10	8	9	7,5	11		
NH	300	15	8	—	—	8	8,5	8,5	8,5	8,5	7,5		
N	320	14	7	2	8,5	16,5	11	12,5	4,3	7,2	7,5		
CH	346	13	9	1,7	5	8,5	8	9	7	8	4		
C	373	12	—	—	—	15,5	10	4,3	4,3	3,5	10,5		
He	1120	4	3	1,9	3,5	3,5	3,5	4,5	4,5	3,5	3		
H ₂	2044	2	68,5	8,9	58,5	68	68,5	67	67	63	69		

ходится в соединении в виде H₂O с увеличением от 9 в в исходном металле до 13—24 в при резании в различных средах, а содержание особенно значительно растет при температуре T=1200°C от двух до трех раз. Неоднократное повторение опыта привело к тем же результатам.

Таким образом, изменение среды, в которой происходит резание, сравнительно незначительно влияет на состав газов в образуемой стружке. Между тем имеет место заметное изменение цвета стружки в зависимости от среды и, как указывалось выше, этот цвет стружки исчезает при нагреве ее в глицерине. Между тем известно, что при резании в инертной среде степень деформации стружки и усилия резания заметным образом меняются по сравнению с теми же показателями, полученными при резании в атмосфере.

На основании вышеизложенного можно сделать заключение, что нужно более интенсивно вести исследования в этом направлении по созданной методике при обработке других материалов и в особенности труднообрабатываемых. Наличие в стружке сорбционного газа говорит о том, что при резании возникает ионный ток, изучение характеристики которого может привести к ряду интересных и важных закономерностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дэшман С. Научные основы вакуумной техники, М., «Мир», 1964.
2. Клячко Ю. А., Атласов А. Г., Шапиро М. М. Анализ газов и включений в стали. Металлургиздат, М., 1953.
3. Рафальсон А. Э., Шерешевский А. М. Масс-спектрометрические приборы. М., «Атомиздат», 1968.
4. Шумиловский Н. Н., Стаховский Р. И. Масс-спектральные методы, М.—Л. Изд. «Энергия», 1966.
5. Явойский В. И. Газы и включения в стальном слитке. Metallurgizdat, 1955.