

М. В. КАСЬЯН, Ф. А. ПАРИКЯН

К ВОПРОСУ О ЯВЛЕНИЯХ ПРИ РЕЗАНИИ В ГАЗОВОЙ СРЕДЕ

В процессе резания в результате физико-химического взаимодействия тонких поверхностных слоев обрабатываемого и инструментального материалов с газовой средой происходят значительные изменения в контактных процессах, которые влияют как на динамику процесса, качество обработанной поверхности, так и на процесс изнашивания рабочих граней инструмента.

Явления, возникающие в процессе резания металлов в различных газовых средах, весьма мало изучены, несмотря на то, что имеют большое теоретическое и практическое значение.

Комплексное изучение этих явлений позволит лучше понять физическую сущность процесса изнашивания инструментального материала, найти новые пути повышения стойкости инструмента, улучшить качество обрабатываемой поверхности.

Процесс изнашивания режущего инструмента в среде кислорода, аргона и в воздухе исследован нами в специальной вакуумной камере по методике, описанной в [1].

Обрабатывалась сталь 45 инструментом с механическим креплением пластин твердого сплава Т5К10. Эксперименты проводились в интервале скоростей от 30 до 100 м/мин при постоянной подаче $S=0,1$ мм/об, глубине резания $t=0,8$ мм и неизменной геометрии режущей части пластин: $\gamma=0^\circ$, $\alpha=8^\circ$, $\varphi=90^\circ$. Эксперименты показали, что при резании стали 45 в окислительных и нейтральных газовых средах изменяется как природа изнашивания, так и величина износа по задней грани режущего инструмента.

Приведенные на рис. 1 данные показывают, что кислородная среда, где величина износа минимальна во всем исследованном диапазоне скоростей резания, является наиболее эффективной, в то время как в воздухе и аргоне она значительно повышается. Примечательно, что в воздухе и аргоне происходит интенсивное радиальное изнашивание инструмента, а это, как известно, отрицательно сказывается на точности обработки. В зоне скоростей наростообразования, как и следовало ожидать, интенсивность изнашивания инструмента при переходе из кислородной среды к воздуху—аргону резко возрастает. Так, при $V=50$ м/мин в среде кислорода $h_3=0,05$ мм, в то время как в воздухе и аргоне — 0,225 и 0,41 мм соответственно. С увеличением скорости резания до 100 м/мин

разница в величинах износа несколько снижается, хотя эффективность кислородной среды и здесь довольно ощутима.

Здесь небезынтересно отметить также, что кислородная среда, наряду с повышением стойкости инструмента, снижает и шероховатость обработанной поверхности (рис. 2).

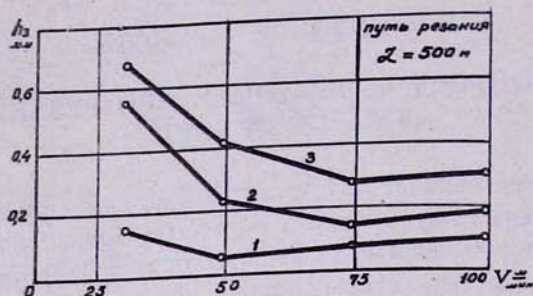


Рис. 1. Зависимость износа по задней грани резца от скорости резания. 1—кислород; 2—воздух; 3—аргон.

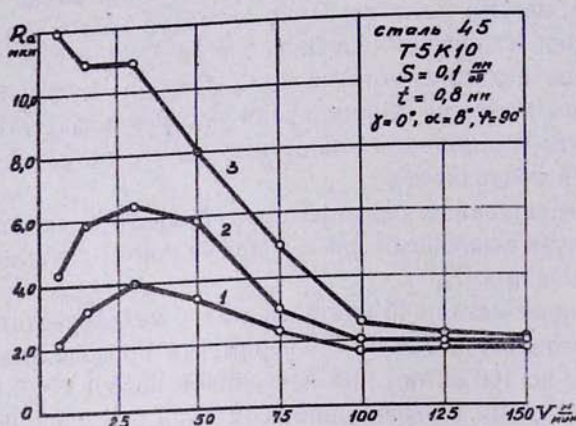


Рис. 2. Зависимость шероховатости обработанной поверхности от скорости резания. 1—кислород; 2—воздух; 3—аргон.

Различие в интенсивности изнашивания пластин Т5К10 при резании в различных газовых средах можно объяснить, рассмотрев характер окисления этих сплавов.

Из теории окисления известно [2, 3], что сплавы $TiC-WC-Co$ с малым содержанием TiC обладают сравнительно низкой стойкостью против окисления. По [2], кинетика окисления таких сплавов в зависимости от температуры подчиняется линейно-параболическому закону. На поверхности таких сплавов образуются непрочные окисные пленки, которые имеют низкое сопротивление сдвигу, сравнительно легко разрушаются и являются хорошей смазкой, снижающей трение между контактными поверхностями.

О прочности окисной пленки можно судить, сравнивая измеренную микротвердость самой пленки, которая образуется вблизи поверхностей контакта инструмента после резания в среде кислорода ($V=100$ м/мин), и неокисленного твердого сплава после заточки и доводки. Несмотря на то, что такое измерение не претендует на точное воспроизведение микротвердости пленки, образующейся в зоне контакта в процессе резания, уменьшение ее на 100—125 единиц характеризует тенденцию к снижению микротвердости окисной пленки на сплаве Т5К10. С другой стороны, кислород способствует образованию устойчивого нароста и уменьшению его размеров, а такой нарост лучше защищает заднюю поверхность инструмента, и тогда изнашивание происходит в основном по передней поверхности в виде лунки на расстоянии $\sim 1,5 S$ от режущей кромки.

Процесс изнашивания режущего инструмента в воздухе и особенно в аргоне характеризуется интенсивным развитием схватывания трущихся поверхностей, так как снижаются или полностью исключаются (при аргоне) явления окисления этих поверхностей. Это приводит к непрерывному возникновению и срезанию адгезионных связей, способствующих отрыву и удалению частиц твердого сплава. Кроме того, в указанных средах нарост увеличивается в размерах, становится неустойчивым и, периодически срываясь, уносит с собой частицы инструмента как с передней, так и задней поверхности. В среде аргона отмечены также выкрашивание главной и вспомогательной режущих кромок (рис. 3), крупные вырывы частиц твердого сплава.

С увеличением скорости резания средняя температура в зоне контакта повышается, контактные слои размягчаются, исчезает нарост, уменьшаются размеры щелей-капилляров и колебания системы стружка—инструмент—обрабатываемый материал, что в итоге ухудшает условия проникновения среды. Кроме того, снижается скорость химической адсорбции газов с контактными поверхностями инструмента по сравнению со скоростью резания.

В результате указанных явлений с увеличением скорости резания отмечается уменьшение разницы в величинах износа по задней грани при переходе от окислительной среды к нейтральной.

Проведенное комплексное исследование позволяет внести определенную ясность в вопрос о влиянии различных газовых сред на процесс резания металлов и объяснить некоторые противоречивые данные других исследователей.

Так, по данным Х. Аксера и Г. Опитца [4, 5], подача в зону резания азота и аргона повышает стойкость резца до 45 и 17 мин соответственно, вместо 11 мин при обычных условиях резания (воздух). При тех же условиях, но уже в среде кислорода, стойкость составляет всего 2 мин. Полученные результаты несколько сомнительны ввиду следующих ошибок методического характера. Во-первых, опыты проводились не в специальной камере с наполнением рабочим газом после откачки воздуха из камеры, а при помощи подачи газов со стороны задней поверхности через отверстие в инструменте. Разумеется, здесь нельзя говорить о влия-

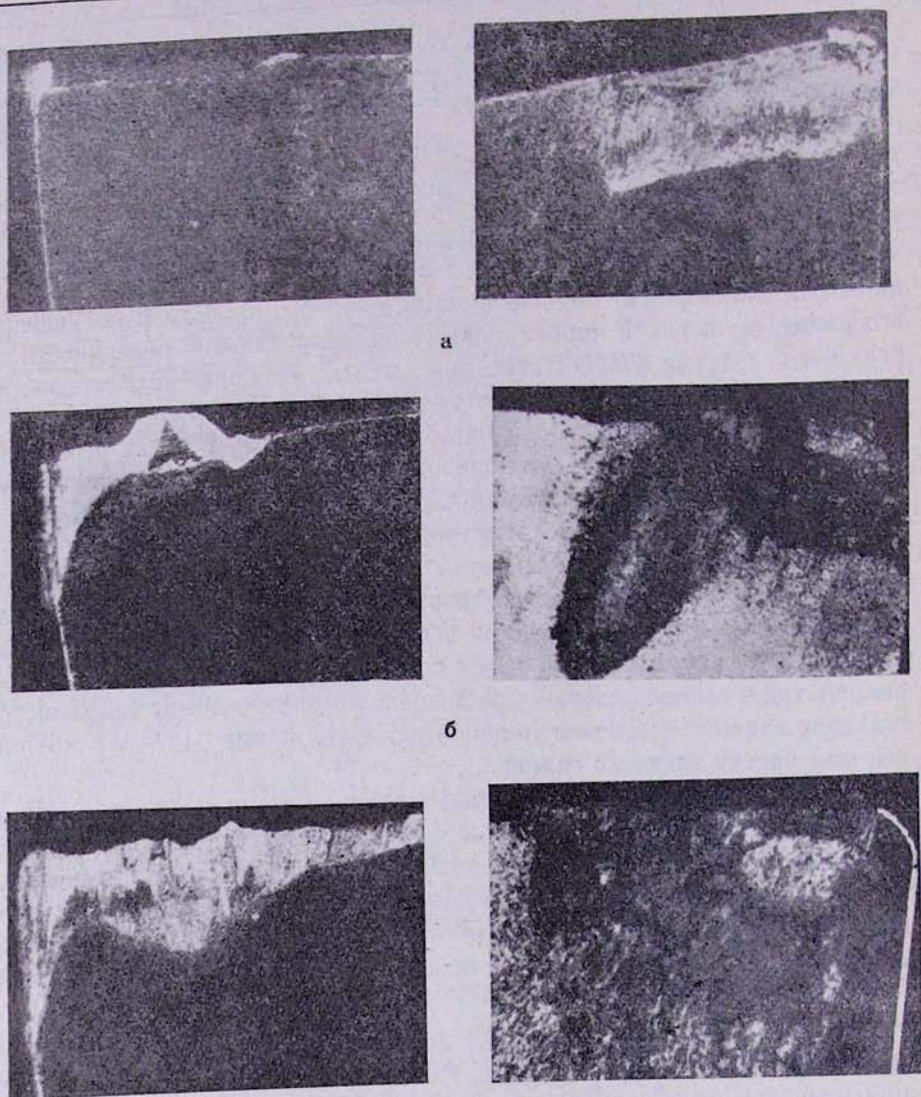


Рис. 3. Износ резцов при $V=50$ м/мин. а—кислород; б—воздух; в—аргон.

нии чистой газовой среды на процесс резания. Во-вторых, газы подавались в зону резания под давлением 150 кг/см^2 , а в этом случае уже сказывается их охлаждающее действие.

В другой работе [6] приводятся данные, согласно которым стойкость резцов с подачей кислорода и азота значительно возрастает, хотя природа такого воздействия различна, в то время как по нашим данным установлено, что с повышением окислительной способности твердого сплава и его контактной активности (при малом содержании TiC в твердом сплаве) и с уменьшением содержания углерода в обрабатываемом материале влияние окислительных и нейтральных сред на процесс реза-

ния металлов возрастает [1]. Установлено также, что по сравнению с воздухом, аргоном и вакуумом наиболее эффективной средой является кислород, в котором значительно снижаются такие показатели процесса, как усилие резания и ее колебание, деформация стружки и обработанной поверхности, средний коэффициент трения, длина контакта стружки с передней поверхностью инструмента, интенсивность изнашивания инструмента и т. д.

В настоящее время не представляется возможным экспериментально проверить различные гипотезы относительно проникновения газов в зону резания ввиду их чрезвычайной сложности. Все попытки моделировать такой процесс безуспешны, так как они далеки от истинных условий процесса резания в газовых средах.

Несмотря на это, на основании полученных нами экспериментальных данных, а также анализа литературных данных по этому вопросу [8, 9, 10 и др.], можно предположить следующие возможные варианты проникновения газов в зону контакта:

1) из-за периодических срывов нароста и возникновения вакуума в этой зоне, который мгновенно заполняется рабочим газом;

2) за счет дискретности контакта при невысоких скоростях резания, когда, несмотря на громадные давления, фактическая площадь контакта значительно меньше номинальной [7], вследствие чего и возникают так называемые щели-капилляры;

3) за счет автоколебаний системы стружка—инструмент—обрабатываемый материал, приводящих к ослаблению контакта и образованию микрощелей;

4) через адсорбционное воздействие газов на поверхность обрабатываемого материала в определенном температурно-скоростном интервале.

В ы в о д ы

1. При переходе от окислительной среды к нейтральной во всем исследованном диапазоне скоростей резания отмечено значительное изменение механизма и интенсивности изнашивания режущего инструмента.

2. Наиболее эффективной средой является кислород, где износ по задней грани значительно ниже, чем в воздухе и аргоне.

3. С увеличением скорости резания разница в величинах износа несколько снижается, хотя эффективность кислородной среды сохраняется.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. В. Касьян, Ф. А. Парилян. Влияние содержания карбида титана в твердом сплаве на процесс резания в различных газовых средах. «Физика резания металлов», вып. 2, Ереван, 1972.
2. О. Кубашевский, Б. Голкинс. Окисление металлов и сплавов. М., 1965.
3. Р. Киффер, Ф. Бенезовский. Твердые сплавы. М., 1971.
4. В. А. Бобровский. Электродиффузионный износ инструмента. М., 1970.
5. Г. Опитц. Об износе режущего инструмента. (Сб. докладов Лондонской конференции по смазке и износу 1957 г.), М., 1959.
6. В. А. Мирбабаев, Г. И. Якунин. Тр. Ташкентского политехнического ин-та, вып. 24, 1964.
7. Т. Н. Лоладзе. Износ режущего инструмента. М., 1958.
8. И. Г. Носовский. Влияние газовой среды на износ металлов. Киев, 1968.
9. «Научно-технические основы применения СОЖ при резании металлов». Иваново, 1968.
10. G. W. Row, E. F. Smart. Brit. J. Appl. Phys., v. 14, № 12, 1963.