УДК 621.9.015

АНАЛИЗ ПРИЧИН ОБРАЗОВАНИЯ ГРАТА ПРИ ГАЗОКИСЛОРОДНОЙ РЕЗКЕ НЕПРЕРЫВНО-ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК

Макарова О.А., Банников А.И., Цимлов С.Н., Кожевникова А.А.

ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Россия (400005, Волгоград, проспект им. В.И. Ленина, 28), e-mail: rector@vstu.ru

Проведен анализ причин образования грата при газокислородной резке на торце заготовок. Образование грата происходит из-за стекания и застывания расплавленного металла из зоны резания. При транспортировании заготовок по роликам, грат приводит к их значительному износу. Для его уменьшения было предложено изменить один из основных параметров газокислородной резки – мощность подогреваемого пламени. Мощность подогреваемого пламени определяется тепловой мощностью окисления и сгорания металла в струе кислорода, а также тепловой мощностью сгорания природного газа в кислороде. Сумма мощностей должна быть больше мощности, необходимой для расплавления металла, в противном случае будет происходить образование грата. В ходе расчета получилось, что сумма мощностей меньше мощности необходимой для расплавления металла, что и является одной из основных причин образования грата. Также практикой было установлено, что использование режущего кислорода чистотой менее 99,2 % приводит к увеличению грата.

Ключевые слова: газокислородная резка, грат, мощность подогреваемого пламени, тепловая мощность окисления и сгорания металла в струе кислорода, тепловая мощность сгорания природного газа в кислороде, чистота режущего кислорода.

ANALYSIS REASONS OF FORMATION GROWTH AT GASOXYGEN CUTTING OF THE CONTINUOUSLY-CAST PURVEYANCES

Makarova O.A., Bannikov A.I., Tsimlov S.N., Kozhevnikova A.A.

VPO "Volgograd State Technical University", Volgograd, Russia (400005, Volgograd Avenue them. Lenin, 28), e-mail: rector@vstu.ru

The analysis of reasons of formation of growth is conducted at the gasoxygen cutting on the butt end of purveyances. Formation of growth takes place from flowing down and hardening of molten metal from the zone of cutting. At the portage of purveyances on rollers, growth results in their considerable wear. For his reduction it offered to change one of basic parameters of the gasoxygen cutting is power of the warmed up flame. Power of the warmed up flame is determined by thermal power of oxidization and combustion of metal in the stream of oxygen, and also thermal power of combustion of natural gas in oxygen. A sum of powers must be more power necessary for melting of metal, otherwise there will be formation of growth. It turned out during a calculation, that sum of powers less power necessary for melting of metal, what is one of principal reasons of formation of growth. It was also set by practice, that the use of cutting oxygen a cleanness less than 99,2 % results in the increase of growth.

Keywords: the gasoxygen cutting, growth, power of the warmed up flame, thermal power of oxidization and combustion of metal is in the stream of oxygen, thermal power of combustion of natural gas in oxygen, cleanness of cutting oxygen.

Для резки непрерывно-литых заготовок, из которого в дальнейшем изготавливаются трубы различного диаметра, на Волжском трубном заводе используется газокислородная резка. Ее применение обусловлено тем, что она позволяет дать необходимую для завода производительность, которая определяется интенсивностью выплавления металла и зависит от совершенства применяемого оборудования, условий организации труда, а также обеспечение высокого качества кромок разрезаемых заготовок при минимальных теплоэнергетических затратах.

При анализе процесса отделения проката при помощи кислородной резки был выявлен существенный недостаток: образование грата значительного размера, образующегося из-за стекания и застывания расплавленного металла из зоны резания, образующийся грат при дальнейшем транспортировании его по роликам приводит к значительному их износу.

Цель исследования – повысить качество поверхности торца за счет устранения грата после газокислородной резки непрерывно-литых заготовок.

Анализ причин образования грата. В основе газокислородной резки лежит использование химического процесса сгорания металла в кислороде и физического процесса выдувания жидких окислов из полости реза. Концентрированный нагрев используется для доведения металла до температуры воспламенения в кислороде.

Основными параметрами газокислородной резки являются: мощность подогреваемого пламени, давление и чистота кислорода и скорость резки. Мощность подогревающего пламени определяется расходом горючего газа в единицу времени. В процессе резания необходимо обеспечить быстрый нагрев металла до температуры воспламенения, а также поддерживать процесс разрезания без оплавления кромок [1].

Расход кислорода должен обеспечивать интенсивное окисление металла и удаление из него продуктов сгорания. При недостатке кислорода появляется (так же как и при избыточной мощности подогревающего пламени) неотделимый грат на нижних кромках реза, вследствие того, что часть расплавленного металла в полости реза не окисляется и попадает в шлак, который по этой причине прочно приваривается к кромкам при вытекании. При избытке кислорода происходит охлаждение им металла, тепло выносится из зоны горения и нарушается процесс резки [2].

Повышение давления режущего кислорода приводит к увеличению скорости его истечения из сопла мундштука, что обеспечивает удаление шлаков с фронтальной поверхности полости реза, а следовательно, к улучшению условий для окисления металла. За счет повышения давления режущего кислорода скорость резки может быть повышенная в несколько раз, но для этого требуются аппаратура и трубопроводы трасс, рассчитанные на это давление, и применение мундштуков только с коническими соплами при очень высоком качестве обработки их внутренних поверхностей [3].

Мощность подогреваемого пламени определяется тепловой мощностью окисления и сгорания металла в струе кислорода, а также тепловой мощностью сгорания природного газа в кислороде. Сумма мощностей должна быть больше мощности, необходимой для расплавления металла; иначе будет снижаться качество, скорость и производительность кислородной резки [4].

Мощность необходимая на расплавление металла вычисляется по формуле:

$$W_{пл.}=\Delta H\cdot \nu\cdot h\cdot d\cdot \rho \quad (1)$$

где, ΔH – приращение энтальпии стали, при температурах близких к температуре плавления, и равно разности температурой плавления стали равной 1400^0С и температурой, при которой проводился эксперимент равной 800^0С, которые для стали 40 соответственно равны $H_{1400}=1{,}34*10^6$ Дж/кг и $H_{800}=0{,}55*10^6$ Дж/кг; ν – скорость движения резака, в эксперименте она равна $7{,}5*10^{-3}$м/с; h – ширина реза, в работе она равна 0,01 м; d – диаметр заготовки, он равняется 0,41 м; ρ – плотность стали, для стали 40 она равняется $7{,}8*10^3$ кг/м^3. Подставляя полученные значения в формулу (1), получим, что мощность, необходимая для расплавления металла, равна 187,5 кВт.

Мощность, необходимая на окисление и сгорание металла в струе кислорода (окисление Fe до Fe_2O_3), рассчитывается по формуле:

$$W_{ок}=H_{Fe2O3}\cdot Q_K\cdot \gamma \quad (2)$$

где, H_{Fe2O3} – тепловой эффект горения металла, для стали 40 он равняется $196*10^3$ кал/моль или $36{,}6*10^6$ Дж/м^3; Q_K – расход кислорода, в нашем случае он равен 0,06 м^3/с;

γ – чистота кислорода, в данном эксперименте, она равна 97% или 0,97. Подставляя значения в формулу (2) получим, что $W_{ок} = 2{,}1*10^3$Дж/с или 2,1 кВт.

Мощность, выделяемая при сгорании природного газа в кислороде:

$$W_{гор}= H_{пр}\cdot Q_{пр} \quad (3)$$

где, $H_{пр}$ – тепловой эффект горения природного газа в кислороде, его значение равно $33*10^6$ Дж/м^3; $Q_{пр}$ – расход природного газа, в нашем случае он равен $5*10^{-3}$ м^3/с. Подставляя значения в формулу (3), получаем, что $W_{гор}$= 165 кВт.

Так как $W_{пл.}$ должен быть< $W_{ок}$+ $W_{гор}$, но при подстановке рассчитанных значений получаем, что $W_{пл.}$> $W_{ок}$+ $W_{гор}$, (187,5 > 165+2,1 кВт), т.е. мощности кислородной резки недостаточно для полной расплавки металла, вследствие чего и происходит образование грата на торцевой поверхности заготовки. На рис. 1 показано образование грата на торце непрерывно-литой заготовки, после газокислородной резки.

Рис. 1. Образование грата на торце непрерывно-литой заготовки после кислородной резки

Практикой установлено [4], что использование кислорода чистотой ниже 97 % недопустимо, так как нарушается нормальное протекание процесса окисления, и образования разреза происходит за счет расплавления металла и выдувания неокисленного железа струей кислорода. Установлено, что наиболее целесообразно и экономически оправдано применение при машинной кислородной резке кислорода чистотой не менее 99,2 %. При этом уменьшение чистоты кислорода на 1 % снижает скорость резки в среднем на 20 % [5].

Так как на ОАО «ВТЗ» используется газокислородная резка с чистотой кислорода 98,4 % и 97 %, то это также является причиной образования грата.

Были проведено экспериментальное исследование влияния чистоты кислорода на размеры грата при разрезании непрывно-литых заготовок. На рисунке 2 представлена диаграмма параметров образующегося грата, в зависимости от чистоты режущего кислорода.

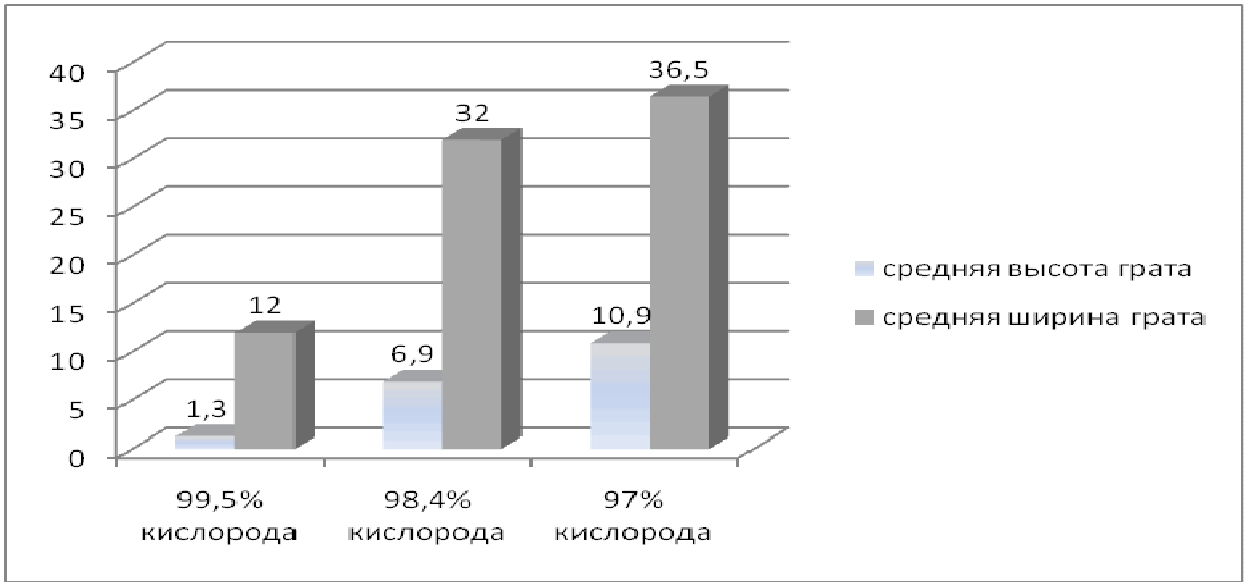

Рис. 2. Параметры грата при газокислородной резке, в зависимости от чистоты режущего кислорода

Вывод. В ходе проведения работы были выявлены причины появления грата на поверхности заготовки после кислородной резки. К ним относятся недостаточная мощность кислородной горелки, недостаточное давление кислорода в сопле и низкая чистота содержания режущего кислорода. Для устранения грата предлагается: повысить мощность энергии кислородной резки, за счет установки дополнительных горелок; повысить давление режущего кислорода, за счет применения мундштуков с коническими соплами; и увеличить чистоту режущего кислорода с 97 % до 99,5 %.

Список литературы

1.Быховский Д.Г. Плазменная резка: режущая дуга и энергетическое оборудование / Д. Г. Быховский. – Л.: Машиностроение, 1972. – 168 с. – 0-73.

2.Васильев К.В. Плазменно-дуговая резка. – М.: Машиностроение, 1974. – 112 с.

3.Петров Г.Л., Буров Н.Г., Абрамович В.Р. Технология и оборудование газопламенной обработки металлов: учебник для машиностроительных техникумов. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1978. – 277 с., ил.

4.Соколов И.И. Газовая сварка и резка металлов: учебник для сред. ПТУ. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 304 с.: ил.

5.Ширшов И. Г., Котиков В.Н. Плазменная резка. – Л.: Машиностроение, 1987. – 192 с.: ил.

Рецензенты:

Полянчиков Ю.Н., д.т.н., профессор кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград;

Ханов Г.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедры «Начертательная геометрия и компьютерная графика» ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград.