

that defocusing the laser beam at the end of the welding process allows the formation of a penetration shape that is resistant to the occurrence of the mentioned defects.

Keywords: hybrid laser-arc welding; circumferential welds; pipe welding; end crater; high-power welding; thick-walled steel

Funding. This IGF-project Nr.: 19.565N / DVS-Nr.: 06.104 by the Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. (DVS), Aachener Str. 172, 40223 Düsseldorf, has been funded by the AiF within the program for sponsorship by Industrial Joint Research (IGF) of the German Federal Ministry of Economic Affairs and Energy based on an enactment of the German Parliament.

УДК 621.9: 621.039.5

Совершенствование технологии обработки изготавливаемых из аустенитных нержавеющей сталей ответственных деталей внутрикорпусных устройств водо-водяных энергетических реакторов

И.Ю. Простотин¹, А.А. Моисеенко², С.А. Томилин³

^{1,3}Волгодонский инженерно-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Волгодонск, Россия

²Филиал АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск, г. Волгодонск, Россия

¹e-mail: i.prostotini@yandex.ru

²e-mail: moiseenko_aa@atom mash.ru

³e-mail: SATomilin@mephi.ru

Аннотация. В работе предложены инновационные подходы к решению проблемы повышения обрабатываемости нержавеющей сталей, из которых изготавливаются ответственные изделия атомного энергетического машиностроения, за счет перераспределения тепловых потоков в зоне резания.

Ключевые слова: деталь внутрикорпусных изделий, нержавеющая сталь, система охлаждения, режущий инструмент, схема резания, технологический процесс, средство технологического оснащения.

Аустенитные нержавеющие стали, широко применяемые в атомном машиностроении, характеризуются неудовлетворительной обрабатываемостью резанием в результате наличия определенных физико-механических свойств. В частности, при фрезеровании узких пазов в трубах опорных стаканов, служащих для установки тепловыделяющих сборок реакторов типа ВВЭР, изготавливаемых из стали 08X18H10T, из-за плохой обрабатываемости стали образуются большие заусенцы, связанные с интенсивным износом фрезы и наклепом (упрочнением) металла детали, происходит заклинивание фрезы в пазе, так как он имеет меньшую тепловую деформацию по сравнению с деформацией самой фрезы. В известной фундаментальной работе [1] отмечается, что повысить обрабатываемость металла резанием можно, если в зоне резания снизить температуру инструмента при одновременном сохранении или повышении температуры детали.

Снизить негативные последствия, возникающие при фрезеровании узких пазов можно обеспечить, регулированием температуры резания детали и инструмента.

Применяемое в настоящее время в Филиале АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» фрезерование пазов при встречной подаче повышает величину наклепанной застойной зоны (площадки контакта по задней поверхности инструмента), что в значительной мере увеличивает температуру инструмента. Одновременно охлаждение зоны резания методом свободного полива смазочно-охлаждающей жидкостью (СОЖ) в большей мере охлаждает деталь, чем инструмент. Таким образом, существующая технология не снижает негативные последствия, а усиливает их.

С целью повышения обрабатываемости стали 08X18H10T предлагается снизить количество тепла, поступающего в инструмент при фрезеровании, и одновременно

интенсифицировать охлаждение инструмента снизив охлаждение детали. Снижение количества тепла, поступающего в инструмент, обеспечивается при отказе от встречного фрезерования и переходе на фрезерование с попутной подачей по сложной траектории, в результате чего уменьшаются величина наклепа и площадь застойной зоны. Интенсификация охлаждения фрезы обеспечивается подачей непосредственно на рабочую часть ее (через специальные каналы) не жидкости (СОЖ), а застывших частиц жидкости (иней). Для получения застывших частиц СОЖ предлагается охлаждать суспензию воздухом из вихревых трубок, в которых используется эффект Ранка-Хилша. Охлажденная до -20°C ... -30°C суспензия, проходя по каналам, охлаждает все тело фрезы, поступает на нагретые режущие зубья и интенсивно поглощает тепло рабочей части инструмента в результате двух фазовых переходов из твердого в жидкое, а из жидкого в газообразное состояние.

Для предложенной технологии спроектированы элементы системы, обеспечивающие охлаждение фрезы по новой схеме, и программа станка с ЧПУ для фрезерования с попутной подачей.

Реализация предложенной инновационной технологии снижает износ (расход) металлорежущего инструмента, трудоемкость изготовления деталей и повышает их качество.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макаров А.Д. Оптимизация процессов резания. – М.: Машиностроение, 1976, - 278с.

Improving the technology of processing critical parts made of austenitic stainless steels, internals of pressurized water power reactors

I.U. Prostotin¹, A.A. Moiseenko², S.A. Tomilin³

*Volgodonsk Engineering and Technology Institute, National Research Nuclear University MEPHI, Russia
AEM Technologies Atomash, Volgodonsk, Russia*

¹e-mail: i.prostotini@yandex.ru; ²e-mail: moiseenko_aa@atomash.ru; ³e-mail: SATomilin@mephi.ru

Abstract. The paper proposes innovative approaches to solving the problem of increasing the machinability of stainless steels, from which critical products of nuclear power engineering are made, due to the redistribution of heat flows in the cutting zone.

Keywords: detail of internal products, stainless steel, cooling system, cutting tool, cutting scheme, technological process, technological equipment.

УДК621.791.753.5: 534.87

Мониторинг сварки под флюсом с помощью звукового сигнала

Н.Н.Подрезов¹, В.А. Винныйчук², Ю.В. Доронин³

^{1,2}Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Россия

³Аттестационный центр городского хозяйства, г. Москва

^{1,2}e-mail: VITikafMPM@mephi.ru

³e-mail: ac-mosgaz@yandex.ru acgh@naks.ru

Аннотация. Специфика SAW заключается в отсутствии видимости сварочной дуги под слоем флюса, что резко ограничивает информативность процесса. В работе исследовали возможность мониторинга зоны сварки PulseSAW при наплавке валиков на пластину из конструкционной стали толщиной 16 мм проволокой диаметром 4 мм, выполняли синхронную запись аудиосигнала в дополнение к