

Отзыв

на автореферат кандидатской диссертации А.Ю. Малахова «Плакирование взрывом длинномерных цилиндрических изделий функциональными покрытиями»

Изделия цилиндрической формы (трубы, стержни) широко используются в нефтехимической отрасли машиностроения, электроэнергетике, металлургии, и в процессе своей эксплуатации подвергаются как интенсивным механическим нагрузкам, так и коррозионно-эрозионному разрушению. Применение сварки взрывом может внести важный вклад в решение проблемы стойкости таких цилиндрических изделий за счет создания двухслойных материалов. Поэтому не вызывает сомнения актуальность диссертационной работы А.Ю. Малахова, посвященной разработке научных основ сварочно-взрывной технологии создания биметаллического материала в виде трубы или стержня у которого на рабочую поверхность нанесен функциональный коррозионно- или эрозионностойкий слой.

При решении этой задачи диссертант получил ряд новых важных научных результатов. Впервые экспериментально установлено, что для формирования равнопрочного бездефектного соединения с однородной структурой при сварке взрывом жаропрочных сплавов на ниобиевой и никель-кобальтовой основах с высокопрочной оружейной сталью ОХНЗМ необходимо в 3-7 раз увеличить удельную кинетическую энергию метаемого элемента из жаропрочного сплава по сравнению со сваркой взрывом материалов с сочетанием слоев углеродистая сталь + аустенитная сталь. Показано, что при сварке взрывом плоских и цилиндрических двухслойных изделий высокопрочная сталь+жаропрочный сплав при близких режимах в цилиндрических изделиях объем литых включений на границе соединения значительно увеличен, что связано с дополнительным тепловым воздействием на свариваемые поверхности ударно-сжатого газа, движущегося с гиперзвуковой (свыше 5М) скоростью в сварочном зазоре, при отсутствии его бокового истечения. На основе анализа опубликованных данных по сварке взрывом титана со сталью, оценочного расчета глубины проплавления свариваемых поверхностей, результатов экспериментов с заполнением сварочного зазора воздухом, аргоном и разряженной воздушной атмосферой теоретически и экспериментально установлено, что с целью получения соединения с заданным комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств, в сварочном зазоре необходимо создать атмосферу разреженного аргона. Установлено, что для получения качественных цилиндрических изделий сваркой взрывом по «обратной» схеме необходимо использование дисперсного твердо-жидкого опорного наполнителя с акустическим сопротивлением (импедансом), близким к импедансу тонкостенной трубы, что позволяет снизить интенсивность (амплитуду) ударной волны в зоне соединения и уменьшить среднюю толщину литых включений в 4 раза по сравнению со сваркой по схеме с использованием стального стержня с изолирующим слоем. Установлено, что колебание сварочного зазора по длине и диаметру длинномерных цилиндрических заготовок приводит к образованию в поршне ударно-сжатого газа турбулентных потоков как в осевом, так и в радиальном направлениях, что приводит к неравномерному аэродинамическому прогреву свариваемых поверхностей и образованию литых включений на границе соединения, располагающихся полосами вдоль осевого направления цилиндрического изделия. Впервые установлено, что наличие локальных непроваров и интерметаллидной прослойки между титановой трубой и медным стержнем не оказывает заметного влияния на падение напряжения по длине биметаллических токоподводов медь М1+титан ВТ1-0. Показано, что при сплошности соединения равной 50% от общей площади контакта сваренных поверхностей падение напряжения на биметаллическом стержне соответствует падению на медном стержне.

Практическая значимость полученных результатов определяется тем, что разработанные технологические основы производства длинномерных биметаллических цилиндрических изделий позволили создать технологии изготовления сваркой взрывом изделий широкой номенклатуры, в которых требуется нанесение относительно тонкого наружного и внутреннего слоя для защиты от агрессивной среды. Показано, что в условиях реального промышленного производства использование дисперсного твердожидкого опорного наполнителя на основе металлической дроби и воды при изготовлении биметаллических трубных заготовок по «обратной» схеме обеспечивает минимальную поперечную деформацию и практически 100%-ую сплошность соединения при минимальном количестве

литых включений. Для осуществления производства цилиндрических токоподводов разработаны и согласованы в установленном порядке технические условия «ТУ 18827-002-21414987-2016. Пруток биметаллический титан+медь, изготовленный сваркой взрывом». Полученные биметаллические цилиндрические изделия могут быть рекомендованы для изготовления насосно-компрессорных труб, артиллерийских стволов, цилиндрических переходников и токоподводов, работающих в агрессивных средах.

По содержанию автореферата возникли следующие замечания.

1. Не приведено исходное состояние использованных металлических материалов, которое может быть отожженным, нормализованным или закаленным и отпущенным, и определять исходную структуру и свойства материалов, не исследовано влиянием исходного состояния использованных металлических материалов на закономерности плакирования взрывом длинномерных цилиндрических изделий с функциональными покрытиями. Может, следует проводить какую-то термическую обработку исходных материалов для улучшения качества полученных биметаллических изделий.

2. Нет результатов по влиянию термической обработки после сварки взрывом биметаллических цилиндрических изделий, хотя на стр. 18 автореферата упоминается, что после получения двухслойных заготовок насосно-компрессорных труб проводилась их термическая обработка перед холодной прокаткой в АО «ПНТЗ».

Однако эти замечания не могут существенно повлиять на положительную оценку диссертационной работы, выполненной на высоком научном уровне. Ее результаты вносят важный научный вклад в материаловедение и технологию многослойных металлических материалов с повышенными физико-механическими и коррозионными свойствами и перспективны для применения в производстве плакированных взрывом длинномерных цилиндрических изделий с функциональными коррозионно- или эрозионностойкими покрытиями. Диссертация удовлетворяет всем требованиям, в том числе п. 9, к кандидатским диссертациям Положения о порядке присуждения учёных степеней, утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года №842. Автор диссертации, Малахов Андрей Юрьевич, достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (металлургия).

Зав. кафедрой «Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы», ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», доктор физико-математических наук, профессор

Амосов
Александр
Петрович

443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, Главный корпус.
Тел. (846) 242-28-89. E-mail: egundor@yandex.ru

Подпись А.П. Амосова удостоверяю
Учёный секретарь ФГБОУ ВО «СамГТУ»
доктор технических наук



Ю.А. Малиновская

07.05.19