



АЮ:
и инновациям
о университета
Юсубов М.С.
_____ 2020 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ФГАОУ ВО НИ ТПУ).

Диссертация «Развитие теоретических и технологических основ динамического воздействия струи активного защитного газа на процессы в зоне сварки плавящимся электродом» выполнена в Юргинском технологическом институте (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

В период подготовки диссертации соискатель Чинахов Дмитрий Анатольевич работал в Юргинском технологическом институте (филиал) ТПУ в должности заместителя директора по научной работе, в настоящее время работает в Юргинском технологическом институте (филиал) ФГАОУ ВО НИ ТПУ в должности директора.

В 1997г окончил Томский политехнический университет по специальности Оборудование и технология сварочного производства.

В 2002 году в диссертационном совете Института физики прочности и материаловедения СО РАН защитил кандидатскую диссертацию на тему «Влияние режимов сварки на структуру и свойства многослойных сварных соединений с щелевой разделкой из стали 30ХГСА» по специальности 05.03.06 – технологии и машины сварочного производства. По результатам защиты была присуждена ученая степень кандидата технических наук.

Научного консультанта нет.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Диссертация выполнена по актуальной теме, которая отображена в названии работы. Работа направлена на совершенствование процесса сварки плавящимся электродом в среде защитных газов, путем усиления динамического воздействия активного защитного газа на кинетику плавления и переноса электродного металла в сварочную ванну, стабильность тепломассопереноса, структуру и свойства неразъемных соединений. В настоящее время сварка применяется для получения неразъемных соединений широчайшей гаммы металлических, неметаллических и композиционных конструкционных материалов в условиях земной атмосферы, Мирового океана и космоса. Несмотря на непрерывно увеличивающееся применение в конструкциях и изделиях легких сплавов, полимерных материалов и композитов, основным конструкционным материалом остается сталь. Мировой рынок сварочной техники и услуг возрастает пропорционально росту мирового потребления стали.

Сварочные процессы протекают по сложным физико-химическим законам при высокой температуре. Совокупность различных факторов и явлений определяет качество сварных соединений. Особенно сильно это влияние сказывается при сварке сталей склонных к закалке. Уменьшить уровень высокотемпературной химической микронеоднородности (ВХМН), структурной и механической неоднородности в зоне сплавления и металле сварного шва можно за счет интенсивного перемешивания электродного металла с основным. Сократить

время пребывания металла капли и сварочной ванны в жидкой фазе и одновременно увеличить скорость его перемешивания можно при помощи импульсно-динамических воздействий, например, управления переносом электродного металла в сварочную ванну или управления динамическим воздействием газо-защитной средой и др. На каплю электродного металла при определенных условиях кроме основных сил существенное влияние оказывает сила действия струи защитного газа. Защитный газ при определенных условиях может быть инструментом управления процессами в зоне сварки и свойствами сварных соединений.

Процесс сварки плавящимся электродом в CO_2 сопровождается экстремальным изменением материала в зоне сварки и неизбежными потерями (выгорание и окисление элементов, разбрызгивание). Снижение стабильности процесса сварки повышает уровень случайных потерь материала и химических элементов при переходе с электрода в шов, что снижает предсказуемость, повторяемость и стабильность химсостава и свойств сварных соединений. Управление динамическим воздействием струи активного защитного газа на процессы в зоне сварки является актуальным и перспективным направлением совершенствования технологии сварки плавящимся электродом в защитных газах и позволяет повысить эффективность и стабильность получаемых свойств сварных соединений.

При выполнении диссертации соискатель опирался на теоретические и физические экспериментальные исследования динамического воздействия струи защитного активного газа на процессы в зоне дуговой сварки, стабильность и кинетику формирования неразъемных соединений из сталей склонных к закалке при сварке плавящимся электродом и их эксплуатационные свойства. Исследования проводились с применением метода полного факторного эксперимента. Для исследований им применены современные методы, методики и приборы.

Личный вклад автора: формулирование целей и задач исследований, планирование всех видов работ по теме диссертации; составление матриц планирования по методу полного факторного эксперимента, организация и проведение теоретических и экспериментальных исследований влияния скорости истечения струи активного защитного газа при сварке плавящимся электродом на химический состав, структуру и свойства металла сварных швов, обработка и анализ экспериментальных данных, участие в написании программ для обработки результатов тепловизионной съемки тепловых полей на поверхности свариваемых изделий. Разработка методики расчета силы газодинамического воздействия струи защитного газа на каплю электродного металла при механизированной сварке плавящимся электродом. Разработка методики прогнозирования содержания марганца в капле электродного металла и металле шва при сварке плавящимся электродом в зависимости от скорости истечения защитного газа CO_2 и содержания марганца в электродной проволоке. Планирование, организация и проведение экспериментальных и теоретических исследований влияния скорости истечения защитного газа на стабильность и кинетику переноса капель электродного металла, газо- и гидродинамику процессов в зоне дугового разряда и сварочной ванне при сварке плавящимся электродом с двухструйной газовой защитой. Разработка уточненной методики расчета распределения тепла при автоматической сварке пластин за один проход на основе анализа результатов экспериментальных и теоретических исследований термических циклов при сварке плавлением в CO_2 . Анализ и обоснование возможности газодинамического управления процессами в зоне сварки плавящимся электродом, структурой и свойствами сварных соединений. На основе экспериментальных исследований разработаны корреляционные зависимости эксплуатационных свойств сварных соединений и химических составов металла швов с технологическими параметрами режимов сварки плавящимся электродом с двухструйной газовой защитой.

Достоверность полученных результатов обеспечивается применением современных методов исследований, оборудования и стандартных методик определения структуры, химического состава и свойств сварных соединений, сопоставлением полученных теоретических и экспериментальных результатов, в том числе с результатами других авторов,

а также применение метода полного факторного эксперимента для проведения опытов и обработки результатов исследований.

Научная новизна.

1. Получены новые знания о степени влияния динамического воздействия струи активного защитного газа на процессы сварки плавящимся электродом в среде защитных газов. Установлены основные закономерности влияния параметров двухструйной газовой защиты на повышение эксплуатационных свойств, стабильность и кинетику формирования неразъемных соединений. Определены пути совершенствования технологии сварки плавящимся электродом в среде защитных газов.

2. Предложена и апробирована оригинальная методика количественной оценки динамического воздействия струи активного защитного газа на каплю электродного металла при механизированной сварке плавящимся электродом. Теоретически и экспериментально доказано, что в условиях двухструйной газовой защиты сила динамического воздействия струи активного защитного газа соизмерима с основными силами действующими на каплю электродного металла.

3. Разработан и апробирован метод прогнозирования содержания марганца, как основного легирующего компонента для обеспечения отсутствия дефектов в металле шва при сварке плавящимся электродом в среде CO_2 . Установлена убывающая линейная зависимость содержания марганца в металле шва от скорости истечения защитного газа.

4. Разработана базовая физическая модель динамического воздействия струи защитного газа на гидродинамические процессы в сварочной ванне в условиях двухструйной газовой защиты. Установлено, что скорость истечения защитного газа является дополнительным параметром управления движением металла в сварочной ванне и геометрией сварного шва.

5. Разработана методика количественной оценки распределения температурных полей на поверхности изделия при автоматической сварке плавящимся электродом пластин в условиях двухструйной газовой защиты, позволяющая определить термический цикл и скорость охлаждения на поверхности свариваемых пластин с погрешностью не более 10%.

6. Разработаны теоретические и практические основы управления стабильностью тепломассопереноса при сварке плавящимся электродом с двухструйной газовой защитой, управление параметрами которой, является дополнительным инструментальным средством управления структурой и свойствами сварных соединений. Установлено, что скорость истечения активного защитного газа оказывает значимое влияние на химический состав, структуру и свойства металла сварных швов.

Значение полученных результатов для теории и практики.

Результаты выполненных комплексных теоретических и экспериментальных исследований легли в основу разработки новых технологических способов сварки плавящимся электродом в условиях струйной газовой защиты. Установлено доминирующее влияние параметров газовой защиты на стабильность и кинетику формирования неразъемных соединений из сталей склонных к закалке при сварке плавящимся электродом с двухструйной газовой защитой и их эксплуатационные свойства. Предложена методика расчета силы газодинамического воздействия струи защитного газа на каплю электродного металла при механизированной сварке плавящимся электродом. Разработаны методические рекомендации по выбору способа газовой защиты и режимов сварки, позволяющие спрогнозировать количество марганца в металле сварного шва, как одного из основных легирующих компонентов, переходящих из электродной проволоки в металл шва. Предложена методика прогнозирования содержания марганца в капле электродного металла и металле шва при сварке плавящимся электродом в зависимости от скорости истечения защитного газа CO_2 и содержания марганца в электродной проволоке. Экспериментально и теоретически доказано, что скорость истечения защитного газа оказывает существенное влияние на стабильность переноса капель электродного металла, газо- и гидродинамику процессов в зоне дугового

разряда и сварочной ванне при сварке плавящимся электродом с двухструйной газовой защитой. Разработана уточненная методика расчета распределения тепла при автоматической сварке пластин за один проход на основе анализа результатов экспериментальных и теоретических исследований термических циклов при сварке плавлением в CO₂. Экспериментально доказано положительное влияние параметров двухструйной газовой защиты при сварке плавящимся электродом на химсостав, микроструктуру и свойства сварных соединений из сталей склонных к закалке. Доказана возможность газодинамического управления процессами в зоне сварки плавящимся электродом и свойствами сварных соединений. Установлена корреляционная взаимосвязь эксплуатационных свойств сварных соединений и химического состава металла шва с технологическими параметрами режима сварки плавящимся электродом с двухструйной газовой защитой.

Выполненная работа имеет законченный вид. Результаты исследований, разработанный способ сварки и технологические рекомендации его применения при производстве сварных металлоконструкций из сталей склонных к закалке использованы на ОАО «Сибметаллургмонтаж» (г. Юрга), ОАО «Сургутнефтегаз» (г. Сургут). Результаты исследований успешно используются в учебном процессе и научно-исследовательской работе студентов специальности «Оборудование и технология сварочного производства» в Юргинском технологическом институте Национального исследовательского Томского политехнического университета в течение нескольких лет.

Материалы диссертации полностью изложены в 175 печатных работах, из них 24 в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных высшей аттестационной комиссией, 19 в журналах индексируемых базой данных Scopus и Web of Science, 3 монографии, 1 патент на изобретение, 4 свидетельства об официальной регистрации программ для ЭВМ, 124 статьи в сборниках и трудах российских, международных и зарубежных конференций.

Список основных публикаций:

Публикации в журналах рекомендованных ВАК:

1. Сараев Ю.Н. Способы повышения трещиностойкости сварных соединений легированных сталей типа 30ХГСА / Ю.Н. Сараев, Д.А. Чинахов, О.И. Шпигунова // Технология машиностроения. – 2001. – № 1. – С. 35–39.
2. Чинахов Д.А. Сварка в щелевую разделку стали 30ХГСА без подогрева / Д.А. Чинахов, Ю.Н. Сараев // Сварочное производство. – 2002. – № 7. – С. 18–20.
3. Чинахов Д.А. Регрессионные модели механических свойств многослойных сварных соединений стали 30ХГСА / Д.А. Чинахов, Ю.Н. Сараев // Сварочное производство. – 2002. – № 5. – С. 3–5.
4. Сараев Ю.Н. Сварка в щелевую разделку стали 30ХГСА без подогрева / Ю.Н. Сараев, Д.А. Чинахов // Технология машиностроения. – 2002. – № 5. – С. 21–23.
5. Чинахов Д.А. Сварка легированных сталей в щелевую разделку без термической обработки / Д.А. Чинахов, В.Т. Федько, Ю.Н. Сараев // Технология металлов. – 2005. – № 10. – С. 27–29.
6. Чинахов Д.А. Сварка многослойных соединений из стали 30ХГСА / Д.А. Чинахов // Технология металлов. – 2005. – № 11. – С. 31–36.
7. Чинахов Д.А. Исследование и разработка технологии сварки многослойных соединений из стали 30ХГСА, обеспечивающей гарантированное качество сварных соединений с минимальными ресурсо- и трудозатратами / Д.А. Чинахов // Современные наукоемкие технологии. – 2006. – № 3. – С. 73–75.
8. Сравнительный анализ способов дуговой сварки закаливающихся сталей в щелевую разделку / Д.А. Чинахов, В.Т. Федько, О.Г. Брунов, Ю.Н. Сараев // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т. 309, № 2. – С. 192–195.
9. Изменение микроструктуры и механических свойств многослойных соединений из стали 30ХГСА при сварке плавлением разными способами / Д.А. Чинахов, М.К. Скаков, А.В.

Градобоев, Б.К. Увалиев, В.В. Шаров // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т. 313, № 2. – С. 119–122.

10. Чинахов Д.А. Измерение температурных полей при сварке / Д.А. Чинахов, А.А. Давыдов // Фотоника. – 2009. – № 4. – С. 30–31.

11. Павлов Н.В. Сравнительный анализ расчетных значений распределения температур при сварке с экспериментальными / Н.В. Павлов, Д.А. Чинахов, Д.П. Ильященко // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2010. – Т. 3, № 12. – С. 433–438.

12. Чинахов Д.А. Методика обработки тепловизионных термограмм при сварке плавлением легированной стали 30ХГСА / Д.А. Чинахов, А.А. Давыдов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2010. – Т. 3, № 12. – С. 439–446.

13. Павлов Н.В. Исследование экспериментального и теоретического распределения температурных полей при сварке плавлением / Н.В. Павлов, Д.А. Чинахов, А.В. Крюков // Тяжелое машиностроение. – 2010. – № 8. – С. 25–27.

14. Чинахов Д.А. Исследование термического цикла и скорости охлаждения сварных соединений из высокопрочной стали 30ХГСА / Д.А. Чинахов // Перспективные материалы. – 2011. – № 13. – С. 944–948.

15. Чинахов Д.А. Моделирование истечения газовых потоков из сопла при сварке плавящимся электродом с традиционной и двухструйной газовой защитой / Д.А. Чинахов, А.В. Воробьев, А.А. Томчик // Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты. – 2011. – № 4 (53). – С. 83–87.

16. Ильященко Д.П. Сравнительный анализ распределения тепла в изделии при дуговой сварке плавлением / Д.П. Ильященко, Н.В. Павлов, Д.А. Чинахов // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2011. – № 3. – С. 35–37.

17. Чинахов Д.А. Влияние условий газовой защиты при сварке плавящимся электродом на распределение тепла в сварных соединениях из стали 30ХГСА / Д.А. Чинахов // Технология металлов. – 2012. – № 12. – С. 27–34.

18. Чинахов Д.А. Газодинамическое влияние двухструйной газовой защиты на химический состав и свойства сварных соединений из стали 30ХГСА / Д.А. Чинахов, А.А. Давыдов, А.А. Томчик // Технология металлов. – 2012. – № 5. – С. 19–23.

19. Чинахов Д.А. Газодинамическое влияние при сварке в условиях двухструйной газовой защиты на свойства и геометрию однопроходных сварных соединений из стали 30ХГСА / Д.А. Чинахов // Тяжелое машиностроение. – 2012. – № 3. – С. 29–34.

20. Чинахов Д.А. Газодинамическое влияние на микротвердость и геометрию шва при сварке в условиях двухструйной газовой защиты / Д.А. Чинахов // Вестник инженерной школы ДВФУ. – 2013. – № 2 (15). – С. 61–66.

21. Чинахов Д.А. Влияние активного защитного газа на распределение тепла в зоне сварки / Д.А. Чинахов, А.В. Воробьев, А.А. Томчик // Тяжелое машиностроение. – 2013. – № 1. – С. 23–26.

22. Чинахов Д.А. Влияние расхода активного защитного газа и сварочного тока на содержание марганца и кремния в металле сварного шва / Д.А. Чинахов // Тяжелое машиностроение. – 2013. – № 8. – С. 39–44.

23. Исследование влияния потока защитного газа на геометрические параметры сварного шва / Д.А. Чинахов, Е.И. Майорова, Е.Г. Григорьева, Д.С. Карцев // Тяжелое машиностроение. – 2016. – № 9. – С. 10–13.

24. Чинахов Д.А. Газодинамическое управление свойствами сварных соединений из высокопрочных легированных сталей / Д.А. Чинахов // Тяжелое машиностроение. – 2017. – № 6. – С. 24–27.

Публикации в журналах, индексируемых базой данных Scopus и Web of Science:

1. Chinakhov D.A. Computer simulation of thermo-mechanical processes at fusion welding of alloyed steels / D.A. Chinakhov, E.P. Agrenich // Materials Science Forum. – 2008. – V. 575–578. – P. 833–836.

2. Chinakhov D.A. Increasing Reliability of Welded Joints of Hydraulic Cylinders in Heading Machines / D.A. Chinakhov // *Journal of Iron and Steel Research International*. – 2010. – V.17. – P. 4–7.
3. Chinakhov D.A. Study of thermal cycle and cooling rate of steel 30XГСА single-pass weld joints / D.A. Chinakhov // *Applied Mechanics and Materials*. – 2011. – V. 52–54. – P. 442–447.
4. Simulation of active shielding gas impact on heat distribution in the weld zone of consumable electrode welding / D.A. Chinakhov, A.V. Vorobyov, A.A. Davydov, A.A. Tomchik // *The 7th International Forum on Strategic Technology IFOST2012, September 17–21, 2012 / Tomsk Polytechnic University*. – Tomsk, 2012. – V. II. – P. 136-138.
5. Chinakhov D.A. Simulation of active shielding gas impact on heat distribution in the weld zone / D.A. Chinakhov, A.V. Vorobyov, A.A. Tomchik // *Materials Science Forum*. – 2013. – V. 762. – P. 717–721.
6. Chinakhov D.A. Calculation of Gas-dynamic Impact of the Active Shielding Gas on the Electrode Metal Drop in Gas Jet Shielded Welding / D.A. Chinakhov // *Applied Mechanics and Materials*. – 2013. – V. 379. – P. 188–194.
7. Chinakhov D.A. Gas-dynamic Impact of a Shielding Gas Jet on the Drop Transfer When Welding with a Consumable Electrode / D.A. Chinakhov, A.V. Zuev, A.G. Filimonenko // *Advanced Materials Research*. – 2014. – V. 1040. – P. 850–853.
8. Chinakhov D.A. Simulation of Wind Influence on the Thermal Processes in Gas-Shielded Welding / D.A. Chinakhov, A.V. Vorobyev, Yu.M. Gotovshchik // *Applied Mechanics and Materials*. – 2014. – V. 682. – P. 91–95.
9. Chinakhov D.A. Gas Dynamic Control of Properties of Welded Joints from High Strength Alloyed Steels / D.A. Chinakhov // *China Welding*. – 2014. – V. 23, № 3. – P. 27–31.
10. Influence of welding with two-jet gas shielding on the shaping of a welding joint / D.A. Chinakhov, E.D. Chinakhova, Y.M. Gotovschik, S.V. Grichin // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. – 2016. – V. 125, 012013. DOI: 10.1088/1757-899X/125/1/012013
11. Chinakhov D.A. Study of gasdynamic effect upon the weld geometry when consumable electrode welding / D.A. Chinakhov, E.G. Grigorieva, E.I. Mayorova // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. – 2016. – V. 127, 012013. DOI: 10.1088/1757-899X/127/1/012013
12. The influence of shielding gas flow rate on the transfer frequency of electrode metals drops / D.A. Chinakhov, E.G. Grigorieva, E.I. Mayorova, D.S. Kartsev // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. – 2016. – V. 142, 012005. DOI: 10.1088/1757-899X/142/1/012005
13. Chinakhov D.A. Manganese content control in weld metal during MAG welding / D.A. Chinakhov, E.D. Chinakhova, A.S. Sapozhkov // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. – 2016. – V. 142, 012026. DOI: 10.1088/1757-899X/142/1/012026
14. Chinakhov D.A. Influence of the Gas Shielding Method upon the Properties of the Weld Joints / D.A. Chinakhov, A.S. Sapozhkov // *AIP Conference Proceedings*. – 2016. – V. 1783, 020026. DOI: 10.1063/1.4966319
15. Chinakhov D.A. Dynamic Action of the Shielding Gas Jet upon the Process of Consumable Electrode Welding / D.A. Chinakhov // *IOP Conf. Series : Materials Science and Engineering* 221. – 2017. – 012002. DOI: 10.1088/1757-899X/221/1/012002
16. Influence of Gas Dynamic Processes on Chemical Composition of Hardfaced Layer When Restoring Machine Parts Manufactured From 40H Steel / D.A. Chinakhov, S.A. Solodsky, E.G. Grigorieva, E.I. Mayorova // *Materials Science Forum*. – 2017. – V. 906. – P. 142–146.
17. Comparative Analysis of Hygiene and Sanitary Characteristics of Consumable Electrode Gas-Shielded Welding / D.A. Chinakhov, N.V. Pavlov, A.V. Kryukov, D.P. Il'yaschenko // *Materials Science Forum*. – 2017. – V. 906. – P. 137–141. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.906.137
18. Chinakhov D.A. Influence of Gas Shielding Method in Welding with Consumable Electrode on Heat Distribution in a Welded Product / D.A. Chinakhov, E.G. Grigorieva, E.I. Mayorova // *Solid State Phenomena*. – 2017. – V. 265. – P. 463–469. DOI: 10.4028/www.scientific.net/SSP.265.463
19. Dependence of Manganese Content in the Weld Metal on the Velocity of Active Shielding Gas Flow / D.A. Chinakhov, E.G. Grigorieva, E.I. Mayorova, S.A. Solodsky, V.F. Torosjan // *IOP Conf.*

Series: Materials Science and Engineering. – 2017. – V. 253, 012034. DOI: 10.1088/1757-899X/253/1/012034

Монографии:

1. Чинахов Д.А. Влияние режимов сварки плавлением на структуру и свойства соединений из легированных сталей: моногр. / Д.А. Чинахов; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 114 с.
2. Чинахов Д.А. Роль газодинамического воздействия струи защитного газа на процессы сварки плавящимся электродом: моногр. / Д.А. Чинахов; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 151 с.
3. Потапьевский А.Г. Сварка сталей в защитных газах плавящимся электродом. Техника и технология будущего: моногр. / А.Г. Потапьевский, Ю.Н. Сараев, Д.А. Чинахов; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 208 с.

Патенты и свидетельства ЭВМ:

1. Патента на изобретение № RU 2233211 C1 Российская Федерация, 7 В 23 К 9/173//В 23 К 103:04. Способ сварки: заявл. 27.05.2003; опубл. 27.07.2004 / Чинахов Д.А., Федько В.Т., Сараев Ю.Н. – 5 с.
2. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2003611840 от 06.08.2003г. Программа расчета и моделирования формы сварного шва / Д.А. Чинахов, А.С. Тепляков. Бюл. «Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем». 2003. № 4. – С. 59.
3. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2007612643 (РФ) Расчет режимов сварки по заданным геометрическим параметрам сварного шва / Д.А. Чинахов, Е.П. Агренич // Бюл. «Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем». – 2007.
4. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2007612644 (РФ). Автоматизированный расчет формы шва и распределения тепла в сварном соединении при сварке плавлением / Д.А. Чинахов, Е.П. Агренич // Бюл. «Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем». – 2007.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010612255 «Моделирование тепловых полей при сварке» / Н.В. Павлов, А.В. Крюков, Д.А. Чинахов. Заявка № 2009616454, дата поступления 16 ноября 2009, зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 25 марта 2010. – 2010.

В соответствии с паспортом специальности, диссертационная работа соответствует специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

Диссертация «Развитие теоретических и технологических основ динамического воздействия струи активного защитного газа на процессы в зоне сварки плавящимся электродом» Чинахова Дмитрия Анатольевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

Заключение принято на научном семинаре Отделения материаловедения Инженерной школы новых производственных технологий Национального исследовательского Томский политехнического университета. На заседании присутствовало ___ чел. Результаты голосования: «за» - 12 чел., «против» - нет, «воздержались» - нет, протокол № 31 от 27.03.2020 г.

Председатель научного семинара

В.А. Клименов

Секретарь научного семинара

Б.С. Зенин