



УСЪВЪРШЕНСТВАНЕ НА ПОЛУПРОМИШЛЕНА ИНСТАЛАЦИЯ ЗА  
ЕЛЕКТРОДЪГОВО ОБРАБОТВАНЕ С КУХ КАТОД ВЪВ ВАКУУМ С ЦЕЛ  
ЗАВАРЯВАНЕ НА ХИМИЧЕСКИ АКТИВНИ МЕТАЛНИ МАТЕРИАЛИ

ПРОЕКТ 2017-ФМТ-01

Тема на проекта:  
Усъвършенстване на полупромишлена инсталация за електродъгово обработване с кух катод във вакуум с цел заваряване на химически активни метални материали

Раководител:  
доц. д-р инж. Данаил Господинов  
Работен колектив: доц. д-р Росен Радев; гл.ас. д-р Николай Фердинандов; гл.ас. д-р Мариана Илиева; Стоян Димитров – докторант към катедра МТМ; студенти.  
Адрес: 7017, Русе, ул. „Студентска“ 8, Русенски университет „Ангел Кънчев“  
Тел: 082 – 888 205  
E-mail: dgospodinov@uni-ruse.bg

Цел на проекта:  
Усъвършенстване на съществуваща полупромишлена инсталация за електродъгово обработване с кух катод във вакуум и разработване на технологични режими за заваряване на химически активни метални материали

Основни задачи:  
Разработване на спомогателно заваръчно оборудване и промяна в управлението и задвижването му с цел разширяване на технологичните възможности на инсталацията; Разработване на приспособления за закрепяне на заваряваните части върху работната маса и осигуряване на възможност за установяване на термелементи; Замяна на съществуваща вакуумна помпа с нова с цел постигане на по-висок вакуум, необходим при обработването на химически активни метални материали; Създаване на хардуерна система и разработване на софтуерно приложение за регистриране и следиране на текущи температури в зони близо до работните; Провеждане на експериментални изследвания за определяне на възможността за заваряване на титанови сплави, чрез електродъгов разряд с танталов кух катод във вакуум; Изследване на корозионната устойчивост на материала в зоните на заваряване и на термично влияние.

Основни резултати:  
Разширени са технологичните възможности на съществуващата полупромишлена инсталация по отношение на максимален работен ход и скорости на движение на работната маса; Чрез промяна на конструкцията на работната маса е създадена възможност за монтиране на термелементи в зоните на завареното съединение; Постигнат е по-висок вакуум в камерата осигурява възможности за обработване на химически активни метални материали; Създадена е хардуерна система за регистриране и следиране на текущи температури в зони близо до работните; Проведени са експериментални изследвания и са установени подходящи режими за заваряване на титанова сплав Ti-6Al-4V; Провеждат се изследвания свързани с корозионната устойчивост на получените съединения в зоните на заваряване и на термично влияние.

Публикации:  
Драганов И., Д. Господинов, Р. Радев. Числено моделиране на охлаждането на медна сфера, Топлотехника, 2017.  
Фердинандов Н. В., Д. Д. Господинов. Повърхностно закаляване на стомана X210Cr12 чрез електродъгов разряд във вакуум, Машиностроене и машинознание, 2017.  
Ferdinandov N., D. Gospodinov, M. Ilieva, St. Dimitrov. Effect of the Process Parameters on Mechanical Properties of Titanium Alloy Ti-6Al-4V Welds, 56th Science Conference of Ruse University, Bulgaria, 2017, Ruse, 2017, ISBN ISSN 1311-3321.

АНОТАЦИЯ

Предимствата на титана и най-вече на неговите сплави пред останалите общозвестни конструкционни материали свързани с високите му механични характеристики в широк температурен интервал, ниската плътност, отличната корозионна устойчивост към множество агресивни среди, ниска топлопроводност, немагнитност, технологичност при обработване и други, са качествата, които го правят много atrактивен материал. Той и сплавите му намират приложение в различни сфери на промишлеността, като самолетно- и ракетостроенето, корабостроенето, химичното машиностроене, хранително-вкусовата промишленост, както и в други отрасли на промишлеността и медицината.

Механичните характеристики на титана и сплавите му обаче до голяма степен зависят от съдържанието на примеси в него и най-вече на кислорода, азота, водорода и въглерода. Освен, че повишават якостта, те рязко понижават пластичността.

Основните трудности при заваряване на титан и сплавите му са свързани с: високата му химическа активност изискваща качествена защита не само на заваръчния шев, а и на околосшевната зона нагрята до температура над 250-300°C; образуването на пори и студени пукнатини вследствие наличието на газови примеси; склонност към удряване на зърната в околосшевната зона изискваща прилагането на оптимални режими на работа.

Според литературни данни по време на заваряването с цел намаляване на опасността от окрежествяване от кислород, азот и водород е необходимо да се осигури защита на шевта и околосшевната зона с помощта на инертни газове с висока чистота или вакуум от порядъка на 10<sup>-2</sup>Pa. За заваряването на титан и титанови сплави се прилагат основно следните методи: ВИГ, МИГ, плазмено, електронно-лъчево, електродъгово с кух катод във вакуум и лазерно.

Научните изследвания по отношение на използването на разряда с кух катод за заваряване на химически активни материали и в частност титан и титанови сплави са твърде ограничени.

Предимствата на разряда са свързани с възможността за получаването на практически безпорести шевове, вследствие на изключително качествената защита и възможността за дегазация на метала на шевта. Якостта и пластичността на заварени чрез електродъгов разряд с кух катод съединения са по-високи в сравнение с тези получени след заваряване под слой от флюс, а скоростта на корозия по-ниска.

В литературата липсва информация за използването на кухи католи изработени от танталово фолио, както и прозритачите от там разлики в използваните параметри на режимите на работа. Не е ясно как влияе формата на катода, скоростта на заваряване и големината на тока върху формата, структурата и механичните характеристики на заварените съединения при използването на танталови католи.

В рамките на работата по проекта е усъвършенствана съществуваща полупромишлена инсталация за електродъгово заваряване с кух катод във вакуум и са проведени първи експериментални изследвания за получаване на реални заварени съединения от химически активни метални материали (титанова сплав Ti-6Al-4V).

PROJECT 2017-FMME-01

Project title:  
Upgrade of a semi-industrial installation for arc treatment with hollow cathode in vacuum for welding of chemically active metal materials

Project director:  
Associate Professor Danail Gospodinov, PhD

Project team: Associate Professor Rossen Radev, PhD; Assistant professor Nikolay Ferdinandov, PhD; Assistant professor Mariana Ilieva, PhD; Stoyan Dimitrov – PhD student; students.

Address: University of Ruse, 8 Studentska Str., 7017, Ruse, Bulgaria  
Tel: 082 – 888 205  
E-mail: dgospodinov@uni-ruse.bg

Project objective:  
An upgrade of an existing semi-industrial installation for arc treatment with hollow cathode and technological modes elaboration for welding of chemically active metal materials

Main activities:  
Elaboration of assisting welding equipment and modification of its control axis drive in order to expand the technological possibilities of the installation; Elaboration of devices for fastening of the welded parts onto the workbench and providing opportunity to set up thermocouples; Replacement of the current oil/diffusion pump with a new one in order to achieve higher vacuum pressure ranges, required for the treatment of chemically active metallic materials; Development of a hardware system and software application for recording and monitoring the momentary temperatures near the working areas; Carrying out experimental research in order to specify the possibility for welding of and titanium alloys by arc discharge with a tantalum hollow cathode in vacuum; Study on the corrosion resistance of the material in the fusion zone and in the heat affected zone.

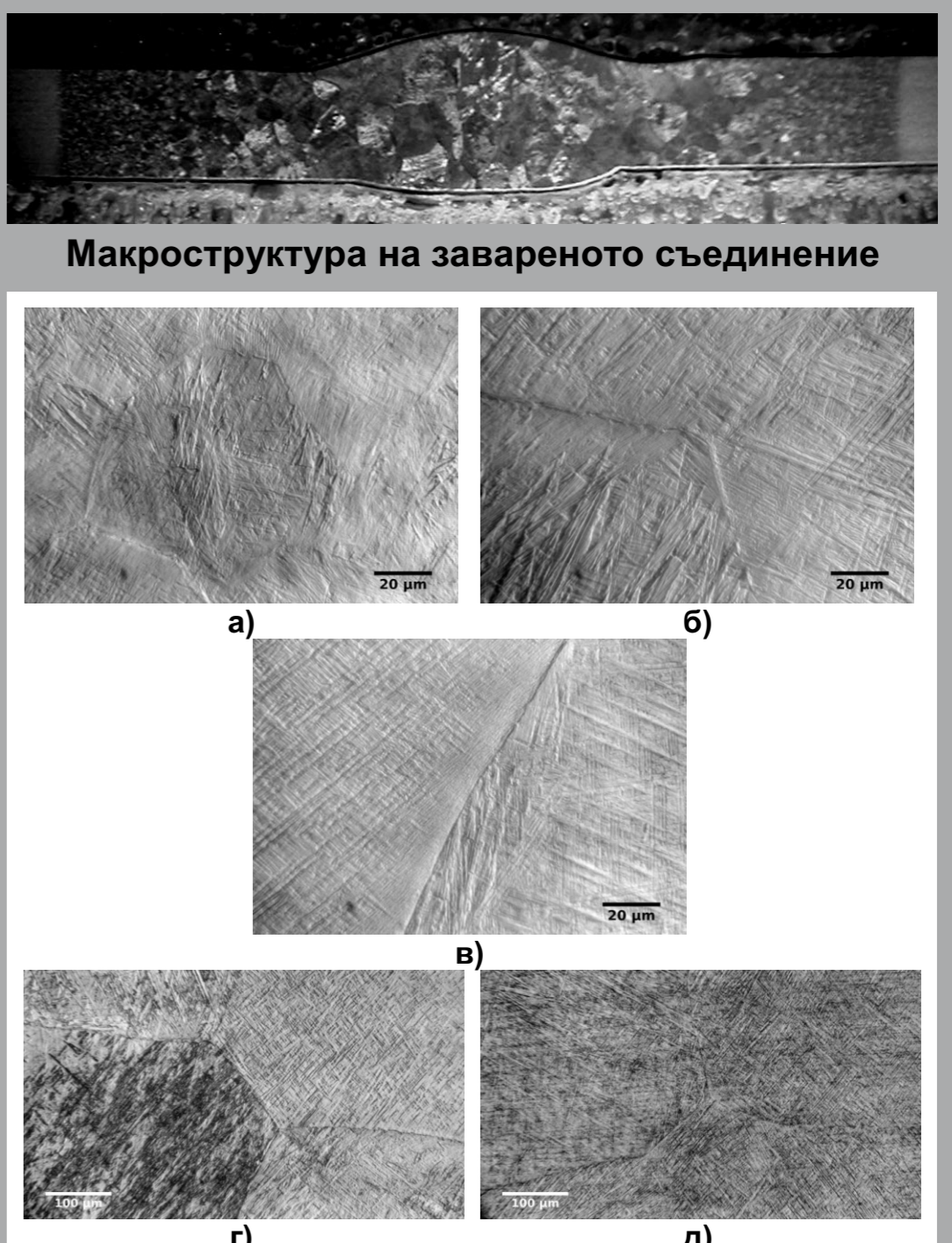
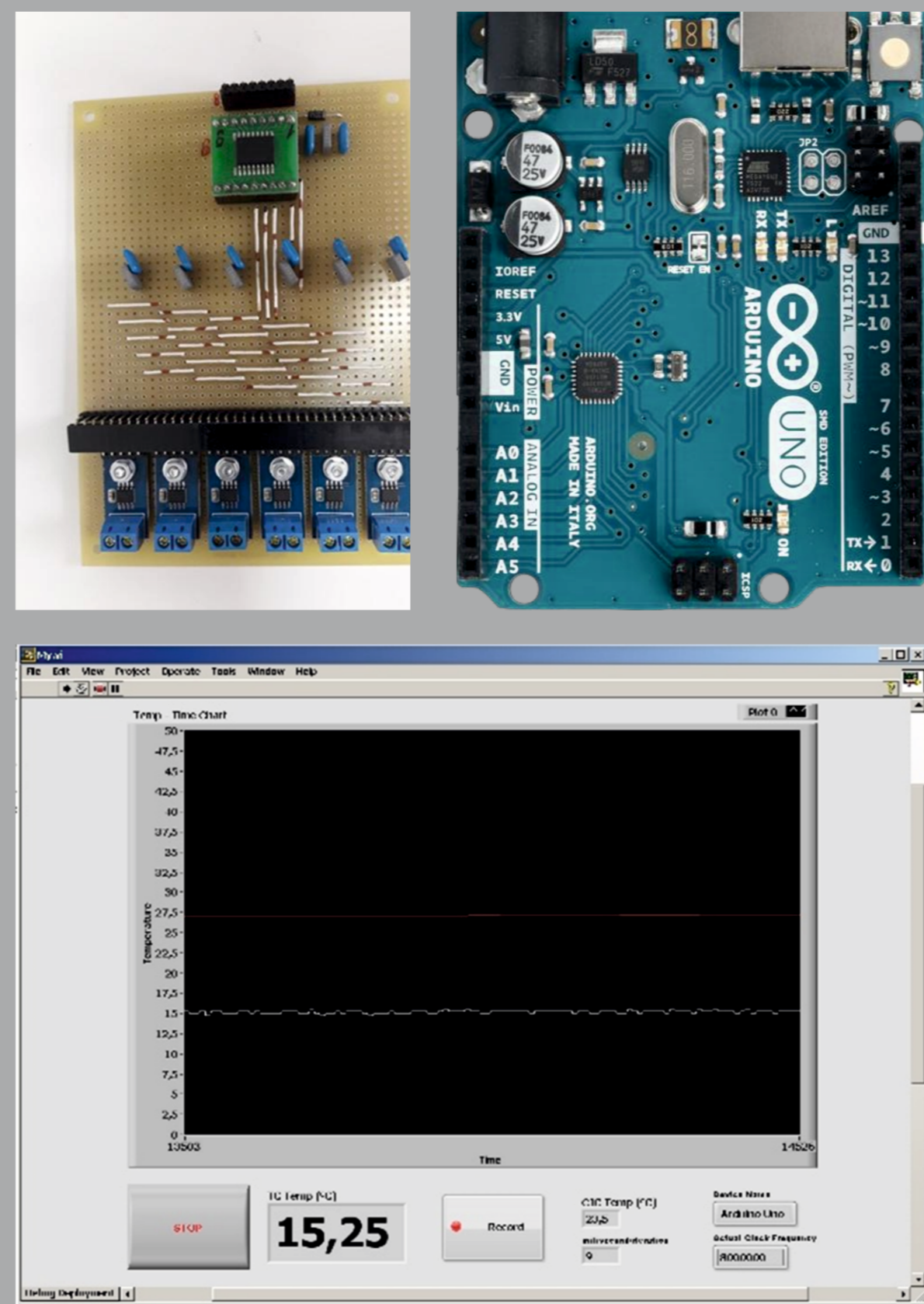
Main outcomes:  
The technological potential of the existing semi-industrial installation has been expanded, allowing to extend the maximum stroke and to increase the range of workbench speeds; A possibility for setting up thermocouples in the weld area or near the weld has been provided by modification of the workbench design; A higher vacuum pressure, that assures possibilities for treatment of chemically active metal materials, has been achieved; A hardware system for recording and monitoring of the current temperatures near the working zones has been invented; Experimental studies have been carried out and the appropriate modes for welding of titanium alloy Ti-6Al-4V have been determined; Corrosion tests for determination of the corrosion resistance of the welding are currently carried out.

Publications:  
Драганов И., Д. Господинов, Р. Радев. Числено моделиране на охлаждането на медна сфера, Топлотехника, 2017.  
Фердинандов Н. В., Д. Д. Господинов. Повърхностно закаляване на стомана X210Cr12 чрез електродъгов разряд във вакуум, Машиностроене и машинознание, 2017.  
Ferdinandov N., D. Gospodinov, M. Ilieva, St. Dimitrov. Effect of the Process Parameters on Mechanical Properties of Titanium Alloy Ti-6Al-4V Welds, 56th Science Conference of Ruse University, Bulgaria, 2017, Ruse, 2017, ISBN ISSN 1311-3321.

УСЪВЪРШЕНСТВАНА ИНСТАЛАЦИЯ ЗА  
ЕЛЕКТРОДЪГОВО ЗАВАРЯВАНЕ ВЪВ ВАКУУМ



СИСТЕМА ЗА РЕГИСТРИРАНЕ И СЛЕДЕНЕ НА ТЕКУЩИ  
ТЕМПЕРАТУРИ В ЗОНИТЕ НА ЗАВАРЕНОТО СЪЕДИНЕНИЕ



Макроструктура на завареното съединение  
Микроструктура на заварено съединение: а) зона на термично влияние; б) граница зона на термично влияние/разтопена зона; в) разтопена зона; г) граница зона на термично влияние/разтопена зона; д) разтопена зона

ОБЩ ВИД НА ЗАВАРЕНИТЕ СЪЕДИНЕНИЯ И ПРОБНИТЕ  
ТЕЛА ПРЕДИ И СЛЕД ИЗПИТВАНЕ НА ОПЪН



РЕЗУЛТАТИ ЗА РАЗПРЕДЕЛЕНИЕТО НА ТЪВРДОСТТА СЛЕД  
ЗАВАРЯВАНЕ И СТАРЕЕНЕ ПРИ РАЗЛИЧНИ ТЕМПЕРАТУРИ И РЕЖИМИ

