

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ РОБОТИЗИРОВАННОЙ СВАРКИ КОРПУСА ОПОРЫ ТУРБИНЫ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Р. Р. ГАБИТОВ<sup>1</sup>, И. И. ХАБИБУЛЛИН<sup>2</sup>

<sup>1</sup>renat7887@gmail.com, <sup>2</sup>ilus1997@mail.ru

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

**Аннотация.** Проведена оценка реализации технологии роботизированной сварки корпуса опоры турбины низкого давления с применением оборудования ПАО «ОДК-УМПО».

**Ключевые слова:** сварка; роботизированный комплекс.

Опора турбины низкого давления является элементом турбовентиляторного двигателя ПД-14, образующий газовый тракт.

Корпус опоры турбины низкого давления (ТНД) (рис. 1) изготавливается из жаропрочного сплава на никелевой основе ХН45МВТЮБР-ИД.

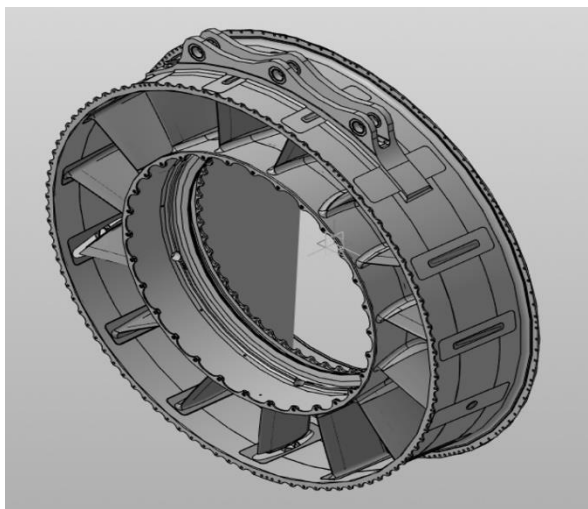


Рис. 1. Корпус опоры турбины низкого давления

ХН45МВТЮБР-ВД является дисперсионно твердеющим сплавом на основе никеля-хрома-железа (Ni-Cr-Fe), который содержит значительное количество ниобия (Nb) и молибдена (Mo) и сниженное содержание алюминия (Al) и титана (Ti) (таблица 1).

В настоящее время УГАТУ совместно с ПАО «ОДК-УМПО» проводит работы по модернизации технологического процесса изготовления корпуса опоры ТНД.

С целью автоматизации процесса сварки секций стоек (далее – лопаток) с внутренним и наружным корпусом ТНД была предложена роботизированная сварка плавящимся электродом в камере с контролируемой атмосферой (камера условно не показана).

Роботизированный комплекс (РТК) представляет собой сварочный робот, расположенный на потолке камеры, и робот-манипулятор на полу (рис. 2).

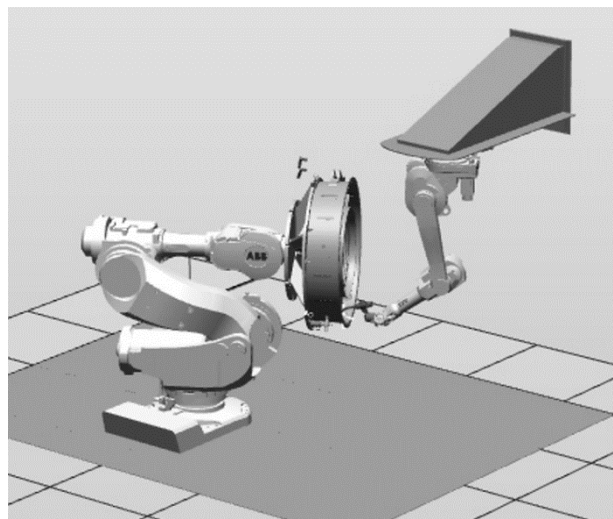


Рис. 2. Роботизированный комплекс

Химический состав сплава ХН45МВТЮБР-ВД

C	Cr	Ni	Mo	W	Nb	Ti	Al	Fe	Mn	Si
≤0,1	14-16	43-47	4-5,2	2,5-3,5	0,8-1,5	1,9-2,4	0,9-1,4	Основа	0,6	0,3

Корпус опоры ТНД состоит из 15 лопаток трех типов (рис. 3). Приварка лопаток к корпусу внутреннему осуществляется двумя типами сварных соединений - №1 и №2, образующих замкнутый контур. Приварка лопаток к корпусу наружному осуществляется с помощью кольцевого шва №3.

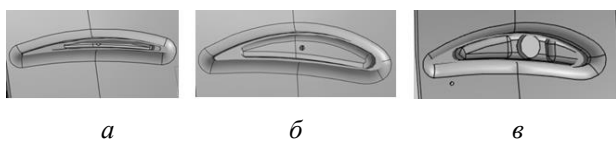


Рис. 3. Типы лопаток:

*а* – тонкая лопатка; *б* – толстая лопатка I;  
*в* – толстая лопатка II

Для обеспечения полного проплавления для сварных швов №2 (рис. 4а) и №3 (рис. 4б) предусмотрена разделка кромок по ГОСТ 14771-76 [1]. С целью качественного заполнения сечения швов №2 и №3 их выполняют за три прохода: первый проход - корневой, второй - заполняющий, третий – облицовочный.

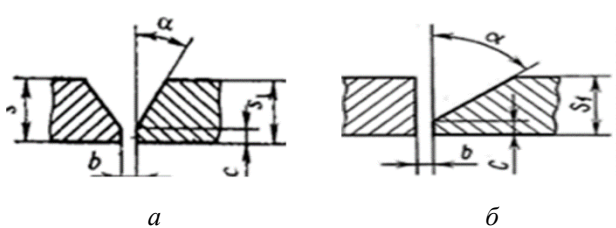


Рис. 4. Эскизы сварных соединений

*а* – сварной шов №2; *б* – сварной шов №3

В связи с наличием ограничений для сварки по доступу к замкнутому шву за одну установку в сборочно-сварочное приспособление, предлагается следующая последовательность выполнения процесса [2].

1) Вне камеры осуществляется сборка и закрепление корпусов внутреннего и наружного с лопатками в приспособлении с базированием по фланцу переднему, а фиксация лопаток производится с помощью съемных прижимов (рис. 5).

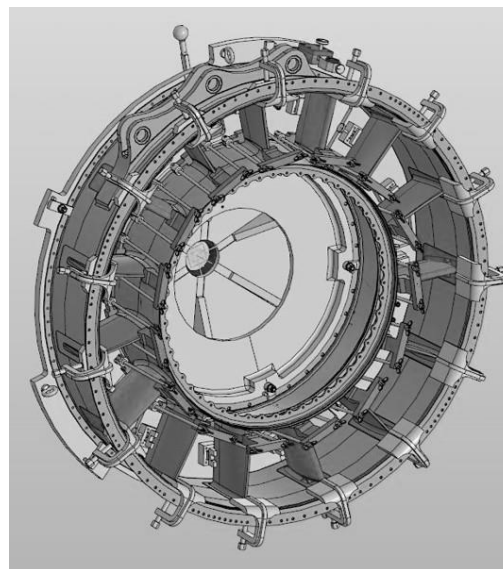


Рис. 5. Сборочно-сварочное приспособление с корпусом опоры ТНД

2) Приспособление с корпусом опор загружается в камеру, осуществляется последовательная прихватка лопаток к корпусам внутреннему и наружному с двух сторон лопаток с помощью коротких швов (рис. 6).

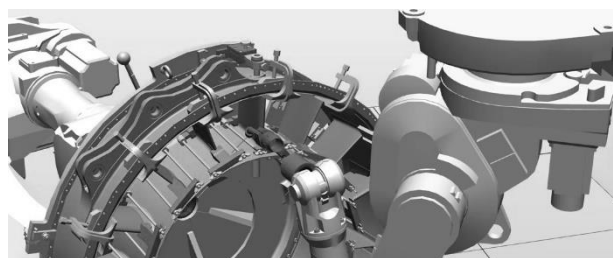


Рис. 6. Прихватка лопаток к внутреннему корпусу

3) Не выгружая из камеры, вручную снимаются прижимы (рис. 7).

4) Производится последовательная приварка половины контура швов лопаток к корпусам внутреннему и наружному (рис. 8).

5) Приспособление выгружается из камеры, производится переустановка и закрепление корпуса опоры с базированием по фланцу заднему.

6) Приспособление с корпусом опоры повторно загружается в камеру, производится сварка второй половины замкнутого контура швов лопаток.

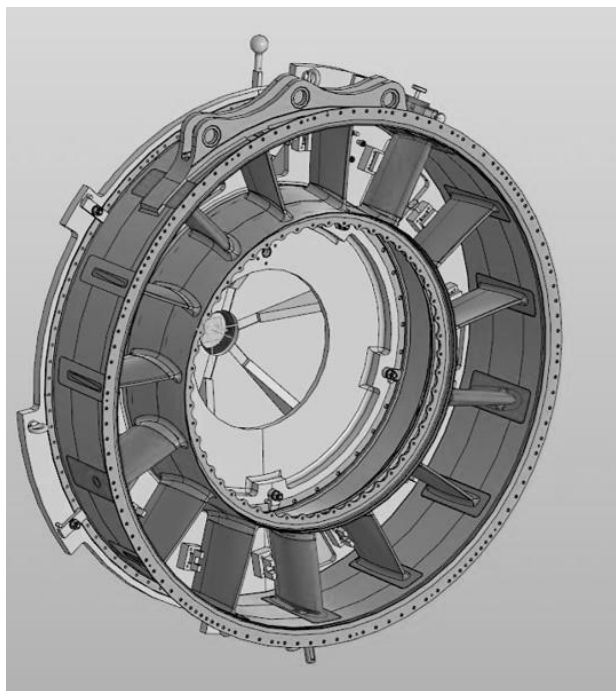


Рис. 7. Сборочно-сварочное приспособление без прижимов

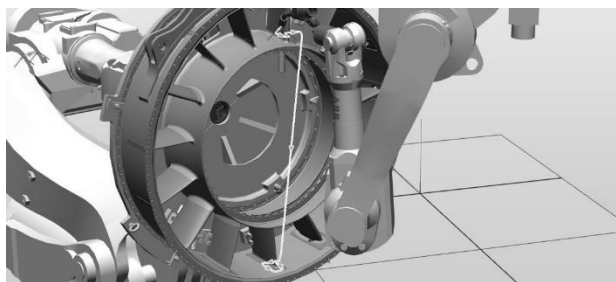


Рис. 8. Траектория сварки

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные работы показывают, что роботизированная сварка корпуса опоры турбины низкого давления практически возможна на существующем оборудовании ПАО «ОДК-УМПО» с доработкой следующих элементов:

1) В процессе сварки плавящимся электродом происходит разбрызгивание сварочной проволоки, вызывающее появление окалины на прилегающих поверхностях изделия. Подобные окалины могут вызвать разрушение детали в процессе эксплуатации [3].

Для нейтрализации негативного фактора данного способа сварки необходима доработка сборочно-сварочного приспособления. Одним из вариантов решения данной проблемы является внедрение защитных кожухов или экранов.

2) В процессе использования стандартных горелок для роботизированной сварки возникает необходимость осуществлять наклон горелки относительно нормали сварного шва. Это связано с габаритами горелки, превышающими рекомендуемые значения, которые определяются свободным пространством в области сварки. В некоторых положениях такой наклон составляет до  $40^\circ$  при максимально допустимом диапазоне значений  $25...35^\circ$  [4].

Для решения данной проблемы необходимо проектирование нестандартной горелки, отвечающей требованиям компактности.

Также была определена рациональная с точки зрения производительности последовательность выполнения переходов на операции сварки.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **ГОСТ 14771-76.** Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. М: Стандартинформ, 2007. 39 с. [ Gas-shielded arc welding. Welded joints. Main types, design elements and dimensions, (in Russian), Federal standard 14771-76, Moscow, Standartinform, 2007. ]

2. **Каримов А. Е., Боченин В. И.** Технологии, стандарты, преимущества и особенности применения роботизированной сварки [электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/179/46362/> (дата обращения: 02.02.2020). [ A. E. Karimov and V. I. Bochenin (2020, Feb. 02). Technologies, standards, advantages and features of the use of robotic welding [Online]. Available: <https://moluch.ru/archive/179/46362/> ]

3. **Фролов В. А.** Технология сварки плавлением и термической резки: учебное пособие – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2013. 448с. [ V. A. Frolov, Technology of fusion welding and thermal cutting, (in Russian). Moscow: Alfa-M: INFRA-M, 2013. ]

4. **Соколов Е. В.** Справочник по сварке Т.2 – М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1962. 664 с. [ E. V. Sokolov, Welding guide, (in Russian). Moscow: Gosudarstvennoe nauchno-tekhnicheskoe izdatel'stvo mashinostroitel'noj literatury, 1962. ]

### ОБ АВТОРАХ

**ГАБИТОВ Ренат Рустамович**, маг. каф. СЛАТ. Дипл. инженер-технолог (УГАТУ, 2018). Готовит маг. дис. о разработке проекта роботизированной сварки секций стойки с наружным ободом корпуса ТНД.

**ХАБИБУЛЛИН Илюс Искандарович**, маг. каф. СЛАТ. Дипл. инженер-технолог (УГАТУ, 2018). Готовит маг. дис. о разработке проекта роботизированной сварки секций стойки с внутренним корпусом ТНД.

**METADATA**

**Title:** Assessment of the possibility of the robotic welding low-pressure turbine's support's body

**Authors:** R. R. Gabitov<sup>1</sup>, I. I. Khabibullin<sup>2</sup>

**Affiliation:**

Ufa State Aviation Technical University (UGATU), Russia.

**Email:** <sup>1</sup>renat7887@gmail.com, <sup>2</sup>ilus1997@mail.ru,

**Language:** Russian.

**Source:** Molodezhnyj Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), no. 2 (23), pp. 19-22, 2020. ISSN 2225-9309 (Print).

**Abstract:** Assessed the possibility to implement robotic welding of the low-pressure turbine's support's body with the use of PAO "UEC-UMPO"'s equipment.

**Key words:** Welding: robotic complex.

**About authors:**

**GABITOV, Renat Rustamovich**, Masters Student, Dept. of Welding, Casting and Additive Technologies. Graduate Engineer (USATU, 2018).

**KHABIBULLIN, Ilyus Iskandarovich**, Masters Student, Dept. of Welding, Casting and Additive Technologies. Graduate Engineer (USATU, 2018).