

Список использованных источников:

1. Shishkovskii I.V. Selective laser sintering/melting of nitinol– hydroxyapatite composite for medical applications / I.V. Shishkovskii, I.A. Yadroitsev // Powder Metallurgy and Metal Ceramics September. – 2011. – Volume 50. – P. 275–283.
2. Mazzoli A. Selective laser sintering in biomedical engineering / A. Mazzoli // Medical & Biological Engineering & Computing. – 2013. – Vol. 51, №. 3. – P. 245–256. – URL: <http://doi.org/10.1007/s11517-012-1001-x> (дата обращения: 10.04.2024). – Текст: электронный.
3. Investigation of Aging Processes of Ti-6Al-4 V Powder Material in Laser Melting / V. Seyda, N. Kaufmann, C. Emmelmann // Physics Procedia. – 2012. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875389212025849> (дата обращения 14.04.2024). – Текст: электронный.
4. Biomedical applications of titanium and its alloys / C.N. Elias, J.H.C. Lima, R. Valiev [et al.] // JOM. – 2008. – № 60. – P. 46–49. – Doi: <https://doi.org/10.1007/s11837-008-0031-1>.
5. Revival of pure titanium for dynamically loaded porous implants using additive manufacturing / R. Wauthle, S.M. Ahmadi, S. Yavari Amin [et al.] // Materials Science and Engineering. – 2015. – Volume 54. – P. 94–100.
6. Synthesis of Ti-5Al, Ti-6Al-7Nb, and Ti-22Al-25Nb alloys from elemental powders using powder-bed fusion additive manufacturing / I. Polozov, V. Sufiiarov, A. Popovich [et.al.] // J. Alloy. Compd. – 2018. – 763. – P. 436–445. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2018.05.325>(дата обращения 14.04.2024). – Текст: электронный.
7. Aydogmus T. Processing of porous β -type Ti74Nb26 alloys for biomedical applications / T. Aydogmus, D. Kareem, H. Palani, F. Kelen // Journal of Alloys and Compounds. – 2021. – № 872. – 159737. – Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.159737>.
8. Manufacture by selective laser melting and mechanical behavior of commercially pure titanium / H. Attar, M. Calin, L.C. Zhang, S. Scudino [et al.] // Materials Science and Engineering. – 2014. – P. 170–177.
9. Densification behavior, microstructure evolution, and wear performance of selective laser melting processed commercially pure titanium / D. Gu, Y.-C. Hagedorn, W. Meiners [et al.] // Acta Materialia. – 2012. – Volume 60. – P. 3849–3860.
10. Mechanical behavior of porous commercially pure Ti and Ti-TiB composite materials manufactured by selective laser melting / H. Attar, L. Lober, A. Funk [et al.] // Materials Science and Engineering. – 2015. – P. 350–356.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «КОМПАС-3D V21 » ДЛЯ РАЗРАБОТКИ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ ВЫПОЛНЕНИЯ СВАРОЧНЫХ РАБОТ

Д.П. Ильященко^{1,2,a}, к.т.н, доц., Е.В. Лаврова³, д.т.н., проф., Н.В. Гуров⁴
*¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, г. Томск, пр. Ленина, 30*
*²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН
634055, г. Томск, пр. Академический, 2/4*
*³Приазовский государственный технический университет
г. Мариуполь, ул. Университетская 7*
⁴ООО Газпром трансгаз Томск, 634029, г. Томск, пр. Фрунзе, 9
E-mail: ^a mita8@tpu.ru

Аннотация: В данной статье произведена оценка использования программного комплекса «КОМПАС-3D V21 » для разработки новых технологических карт выполнения сварочных работ.

Ключевые слова: конструктивные элементы подготовки кромок, сварной шов, ручная дуговая сварка

Abstract: This article evaluates the use of the КОМПАС-3D V21 software package for the development of new technological maps for welding operations.

Keywords: structural elements of edge preparation, weld seam, manual arc welding

Согласно распоряжению Правительства Российской Федерации от 02.12.2021 г. № 3427-р, «целью цифровой трансформации является обеспечение эффективной информационной поддержки участников образовательных отношений в рамках организации процесса получения образования и управления образовательной деятельностью» [1]. Согласно этому документу «задачами цифровой трансформации являются: повышение эффективности процессов функционирования организаций, осуществляющих образовательную деятельность; предоставление равного доступа к качественному верифицированному цифровому образовательному контенту и цифровым образовательным сервисам на всей территории Российской Федерации всем категориям обучающихся; формирование набора сервисов с единой точкой доступа к цифровым образовательным ресурсам, направленным на повышение уровня цифровой культуры».

Выполнение технологических операций получения неразъемного соединения элементов магистрального газо-нефтепровода осуществляется с использованием разработанных технологических карт. Согласно прилагаемому эталонному образцу СТО Газпром 15-1.1-002-2023, одним из элементов является отображение параметров разделки кромок и сварного шва (рисунок 1).

Широкий спектр выбора параметров разделки позволяет подобрать интересующий конструктив под конкретное сварное соединение. При этом имеется возможность проверки и редактирования стандартного обозначения швов, выполняемого согласно ГОСТ 2.312-72 (Единая система конструкторской документации (далее – ЕСКД), ISO 2553:1992 (DIN 22553-1997) [2]. Это необходимо для дополнительного контроля со стороны разработчика операционно – технологической карты (далее – ОТК).

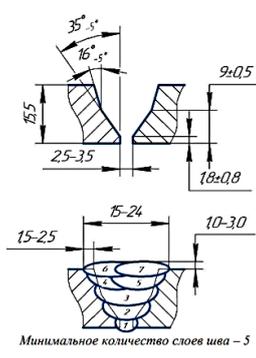
ТИПОВАЯ ОПЕРАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА										
сборки и ручной дуговой сварки всех слоев шва электродами с основным видом покрытия неповоротных кольцевых стыковых соединений труб										
Организация		Наименование объекта				Способ сварки		Конструктивные элементы сварных соединений		Шифр карты
Организация		Наименование объекта				РД		труба + труба		шифр карты
Характеристика труб						Предварительный подогрев		Параметры разделки кромок и сварного шва		Сварочные материалы
Номер ТУ	Диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Класс прочности	Нормативный предел прочности, МПа	Эквивалент углерода, %	C _{пв}	C _{срв}	Предварительный подогрев до температуры +100 ^{±30} °С при любой температуре окружающего воздуха		Электроды: корневой слой шва: заполняющие и облицовочный слой шва:
Труба ТУ										
Труба ТУ										

Рис. 1. Форма типовой операционной технологической карты сборки и ручной дуговой сварки всех слоев шва электродами с основным видом покрытия неповоротных кольцевых стыковых соединений труб

Форма ОТК, в зависимости от отрасли и направленности применения, может быть немного менее стандартизированным документом, чем конструкторский чертеж. Тем не менее, в документе должна сохраниться четкая последовательность и полнота технологических операций, каждое значение параметров разделки кромок, количество слоев (проходов) и размеров шва должны соответствовать НТД на выполнение данного сварного соединения.

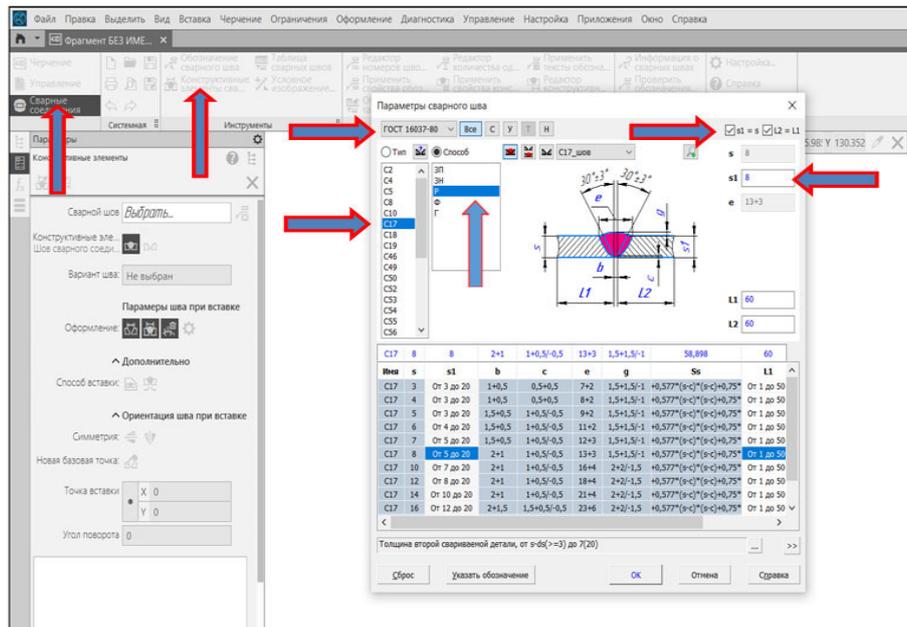


Рис. 2. Окно выбора параметров программы «КОМПАС-3D v21»

После настройки стандартных обозначений и конструктивных элементов сварного шва (рисунок 3, а) необходимо вручную отобразить на эскизе соединения следующие дополнительные элементы:

Количество слоев и порядок выполнения проходов сварного шва;

Подварочный слой шва (при необходимости с учетом диаметра трубы и технологии сварки, в случае наличия доступа изнутри) [3];

Параметры внутреннего скоса кромки (при выполнении разнотолщинных сварных соединений).

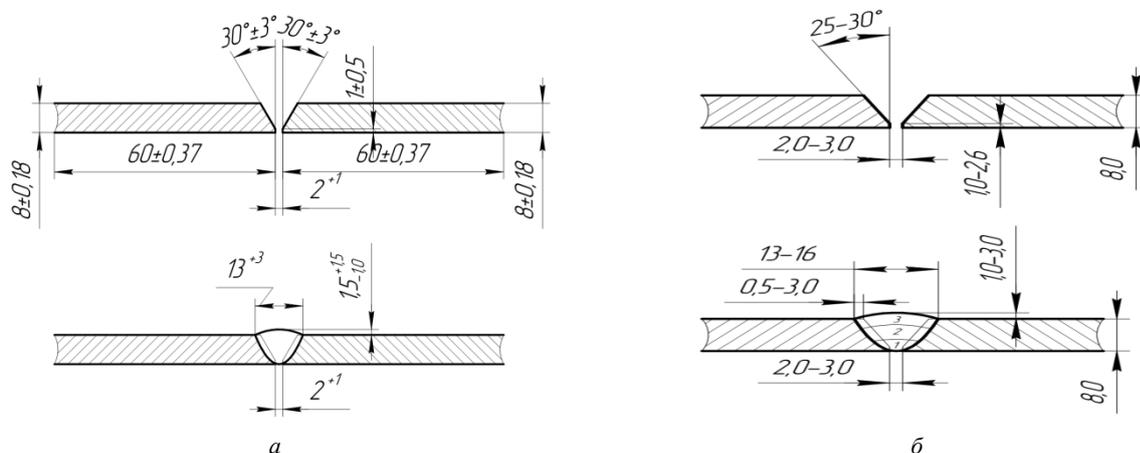


Рис. 3. Конструктивные элементы и размеры сварного соединения: а – С17 (ГОСТ 16037-80, выполненного методом РДС) полученные с использованием шаблона; б – труба $\varnothing 219 \times 8$ мм с разделкой кромок по форме Тр-1, выполненного методом РДС (СТО Газпром 15-1.1-002-2023)

На первом этапе, после введения заданных параметров сварного соединения, программой генерируется эскиз, соответствующий требованиям ГОСТ 16037-80. Информация в виде выносных элементов, размеры с указанием пределов и отклонений не всегда удобны для быстрого восприятия в процессе ознакомления с ОТК. Поэтому требуется дополнительная корректировка визуальных элементов эскиза, удаление лишних данных, а также приведение его в соответствие требованиям актуальной нормативной документации по технологиям сварки (рисунок 3, б).

Отдельно следует пояснить важность корректного указания числа требуемых проходов сварного шва. Аттестованная технология сварки – технология сварки, прошедшая аттестацию и имеющая документ (свидетельство) установленного образца о готовности организации – заявителя к использованию аттестованной технологии сварки в соответствии с требованиями федеральных норм и правил в области промышленной безопасности на опасных производственных объектах и/или иных нормативных правовых актов и действующих нормативных документов в области сварочного производства для соответствующей [3]. Аттестация технологии проводится в соответствии с технологической картой, специально разработанной для данной процедуры. Понятие «соблюдение технологии сварки» подразумевает под собой разработку типовых ОТК с соблюдением основных параметров режимов в рамках установленной области аттестации, в пределах режимов технологической карты, представленной на аттестации.

Конечный результат (эскиз) в составе операционно – технологической карты показан на рисунке 4.

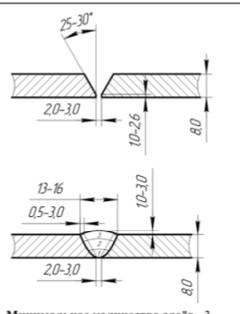
При использовании описанного способа при создании операционно – технологических карт сборки и сварки разработанная база будет расти, это упростит и ускорит работу, позволит оперативно подбирать и корректировать эскизы под параметры разделки кромок.

Способ не лишен недостатков – в программе нет возможности применения подобного метода разработки эскиза для способов сварки в специальную (зауженную) разделку кромок по СТО Газпром 15-1.1-002-2023, применяемую при автоматизированных способах сварки. Но при наличии базовых навыков работы в «КОМПАС – 3D-21» это можно исправить, взяв за основу имеющиеся эскизы и откорректировав некоторые графические элементы.

Вывод

Компьютерные технологии являются важным инструментом создания современных технических объектов. Все более широкий круг предметов и явлений становятся объектами компьютерной симуляции.

Она присутствует во всей инженерной деятельности. В настоящее время компьютерные технологии позволяют широко применять не только стандартные программы, но и комплекс специализированных компьютерных технологий.

ОПЕРАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА										
сборки и ручной дуговой сварки электродами с основным видом покрытия неповоротных кольцевых стыковых сварных соединений труб										
Организация		Наименование объекта			Способ сварки		Конструктивные элементы сварных соединений		Шифр карты	
ООО «Газпром трансгаз Томск»		ГРС «Юрга»			РД		Труба + Труба		ОТК-1	
Характеристика труб и элементов					Предварительный подогрев		Параметры разделки кромок и сварного шва		Сварочные материалы	
Номер ТУ, ГОСТ, марка стали	Диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Класс прочности	Нормативное значение временного сопротивления при разрыве, МПа	Нормативный эквивалент углерода, (С _{экв}) %		Предварительный подогрев кромок перед сваркой +50 [±] 5°С. Ширина зоны равномерного нагрева не менее 150 мм (не менее 75 мм в каждую сторону от свариваемых кромок)		Электроды с основным видом покрытия: - LB-52U, ОК 53.70 (тип Э50А по ГОСТ 9467-75) Ø 2,6-2,5; 3,0-3,25мм – для сварки корневого слоя шва; - ОК 53.70 (тип Э50А по ГОСТ 9467-75) Ø3,0-3,25; мм – для сварки заполняющего и облицовочного слоев шва	
					С _{пв}	С _{сш}				
Труба ТУ 14-159-1128-2008	219	8,0	K48	≤471	≤0,41	-				
Труба ТУ 14-159-1128-2008	219	8,0	K48	≤471	≤0,41	-				
Параметры режимов сварки					Дополнительные требования и рекомендации					
Слой шва	Марка электрода	Диаметр, мм	Сварочный ток, А			1. Сборку выполнять на наружном центраторе с выполнением прихваток в количестве не менее 2-х длиной по 20-30 мм каждая. Режим сварки - как для корневого слоя шва.	2. Направление сварки при выполнении всех слоев – «на подъем».	3. Оборудование для предварительного подогрева (просушки) должно обеспечивать целостность изоляционного покрытия труб.	4. Приварка сборочных приспособлений к телу трубы – запрещена.	5. Снимать наружный центратор разрешается после сварки не менее 60% длины корневого слоя шва.
			нижнее	вертикальное	потолочное					
Корневой	LB-52U; ОК 53.70	2,6-2,5; 3,0-3,25	80-90; 90-120	70-90; 90-110	70-80; 80-110					
Заполняющие	ОК 53.70	3,0-3,25	100-120; 130-180	90-100; 110-170	80-110; 110-150					
Облицовочный	ОК 53.70	3,0-3,25	80-90; 90-120	70-90; 90-110	70-80; 80-110					
						6. При выпадении атмосферных осадков или силе ветра более 10 м/сек, производить сварочные работы без инвентарных укрытий запрещается.	7. Максимальная температура должна составлять не менее +50°С и не более +250°С. В случае остывания сварного соединения ниже +50°С произвести сопутствующий подогрев до температуры предварительного подогрева.	8. Возбуждение дуги при сварке следует выполнять только на поверхности разделки свариваемых кромок или ранее выполненном сварочном слое. Запрещается зажигать дугу на поверхности металла труб. Не		

ОТК-1

1стр. из 3стр.

Рис. 4. Операционно-технологическая карта сборки и ручной дуговой сварки труб Ø219х8 мм

Список использованных источников:

1. Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации образования, относящейся к сфере деятельности Министерства просвещения РФ: Распоряжение Правительства РФ № 3427-р от 2 декабря 2021 года: сайт. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403075723/> (дата обращения: 25.04.2024). – Доступ из справ. -прав. системы Гарант. – Текст: электронный.
2. КОМПАС-3D: Каталог: Сварные швы : сайт. – URL: <https://kompas.ru/kompas-3d/application/machinery/katalog-svarnye-shvy/> (дата обращения: 25.04.2024). – Текст: электронный.
3. СТО Газпром 15-1.1-002-2023 Сварка и неразрушающий контроль сварных соединений. Технологии сварки промышленных и магистральных трубопроводов.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОСАЖИВАНИЯ ОБРАЗЦОВ В ЗАКРЫТОЙ ПРЕСС-ФОРМЕ НА СТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЕЧЁННОГО СПЛАВА AL-7FE-38SN

Н.М. Русин¹, к.т.н., с.н.с., А.Л. Скоренцев^{1,2,а}, к.т.н., н.с., В.Е. Лихарев^{1,2}, лаборант

¹Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

634055, г. Томск, пр. Академический, 2/4

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет

634050, г. Томск пр. Ленина, 30

E-mail: skoralexan@mail.ru

Аннотация: Исследована структура и механические свойства спечённого композита Al-7Fe-38Sn до и после егоковки в закрытом штампе при 200–350 °С. Установлено, что его структура состоит из алюминиевой матрицы, по границам зёрен которой располагаются Sn включения и скопления цементированных оловом частиц Al₃Fe.

Испытания показали, что указанная обработка существенно повышает предел текучести композита за счёт деформационного упрочнения алюминиевой матрицы. Пластичность материала при этом остается высокой, а форма и размеры агломератов из твёрдых частиц менялись незначительно.