

## **Автоматизация конструкторско-технологической подготовки производства элементов трубопроводов с использованием программного комплекса T-FLEX**

*Головкин Константин Станиславович*

*В статье освещены основные преимущества использования комплекса T-FLEX, разработанного компанией «Топ Системы», на предприятиях, производящих элементы трубопроводов. Проведена оценка эффективности использования трудовых ресурсов при конструкторско-технологической подготовке производства типовых изделий.*

Практически у любого руководителя как крупного, так и небольшого предприятия возникает необходимость в оперативном получении информации о работе своих подразделений, их эффективной загруженности, сроках выполнения текущих заказов, количестве выполненных и отгруженных заказов, потребности в основных материалах, а также в трудовых ресурсах и производственных мощностях. Нередки случаи, когда необходимо рассчитать стоимость потенциального заказа на новую продукцию в сжатые сроки (буквально «здесь и сейчас»). Как правило, в такой ситуации очень сложно оценить реальную себестоимость нового изделия ввиду необходимости детальной проработки конструкции изделия и технологии его изготовления с определением материальных затрат и трудовых норм времени. Для выполнения этой подготовительной работы требуется, как минимум, конструктор, технолог, нормировщик, экономист. При благоприятном стечении обстоятельств руководитель сможет получить ориентировочные цифры по стоимости изготовления изделия через 4-5 дней. Однако в условиях рыночной экономики потеря этих 5-ти дней может сыграть на пользу конкурентам.

Что же может предложить компания «Топ Системы» в данной ситуации конкретному производителю? В первую очередь, это необходимость сокращения времени на конструкторско-технологическую подготовку производства с сохранением качества проработки конструкции изделия за счет использования программных средств комплекса T-FLEX. Кроме того, комплексное применение систем T-FLEX на предприятии позволяет упростить получение сертификата соответствия системе менеджмента качества ISO 9001:2001-2008.

Номенклатура предприятия, производящего изделия элементов трубопроводов (отводы, переходы, заглушки, фланцы, тройники), включает в себя широкую гамму типоразмеров деталей (рис. 1), на которые должна быть разработана конструкторская и технологическая документация в соответствии с ЕСКД и ЕСТД. В задачу автоматизации этой рутинной работы входит также исключение ошибок, возникающих вследствие «человеческого» фактора. С точки зрения решения этих задач комплекс T-FLEX с уникальными параметрическими возможностями является идеальным решением для автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства.



Рис. 1. Соединительные элементы трубопроводов

На первом этапе процесса автоматизации необходимы системы T-FLEX CAD 2D (конструкторская часть), T-FLEX Технология (технологическая подготовка производства), T-FLEX DOCs (хранение конструкторско-технологической документации, отчетная система). В дальнейшем найдет применение механизм выдачи заданий, разработка бизнес-процессов, планирование производства и т.д. Функционал систем можно наращивать по мере решения текущих задач и появления новых, в том числе с охватом остальных служб предприятия (ПДО, бухгалтерия, склад, производство, снабжение, канцелярия). Эти функции обеспечивают системы T-FLEX Техническое Нормирование (трудовое и материальное), T-FLEX ЧПУ, системы Оперативно-календарного планирования, CRM-системы для обработки заказов и ведения договоров и многое другое.

Вернемся к конструктору, проектирующему изделия элементов трубопроводов (рис. 1). Параметрические возможности T-FLEX CAD 2D дают конструктору все необходимые инструменты для создания параметрических прототипов чертежей отводов, переходов и других типовых изделий. Благодаря пользовательским окнам диалога (рис. 2), готовый чертеж детали со всеми оформлениями, основной надписью, рассчитанной массой, текстом маркировки можно получить за считанные секунды, не тратя время на вычерчивание линий, проставление размеров, обозначений и текстов (рис. 3).

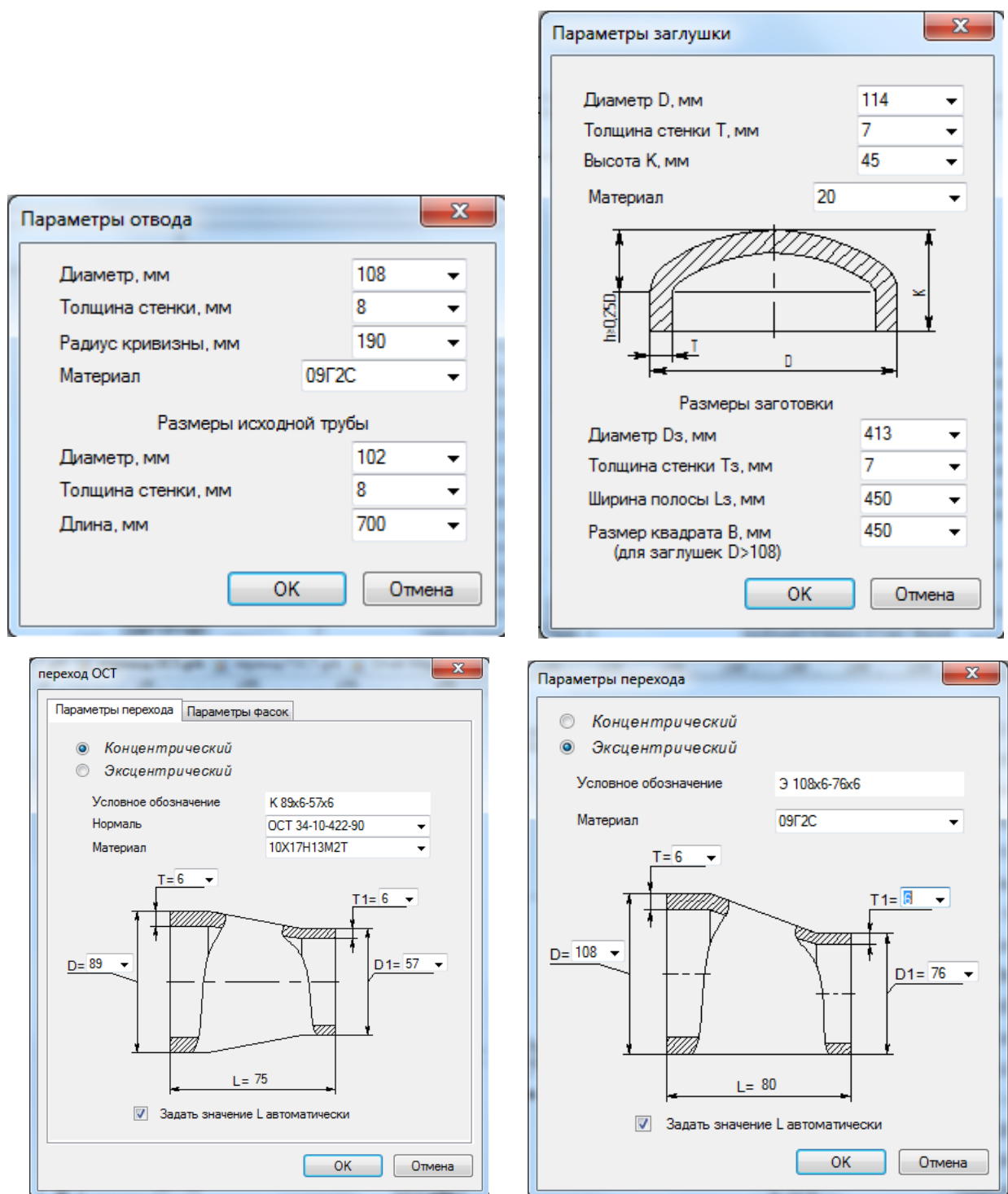


Рис. 2. Пользовательские окна диалога

Стоит отметить автоматический подбор масштаба чертежа в соответствии с ГОСТ, подбор типа фаски по ГОСТ или ТУ и ее присутствие/отсутствие на чертеже в зависимости от толщины стенки. Остается лишь откорректировать положение размеров на поле чертежа и отправить документ на печать либо поместить в архив T-FLEX DOCs, не забывая отправить задание технологу на проработку технологической документации.



Рис. 3. Примеры автоматически получаемых чертежей элементов трубопроводов

Система T-FLEX Технология позволяет не только разрабатывать параметрические технологические процессы в соответствии с ЕСТД, но и способствует накоплению опыта проектирования технологических процессов любых деталей, изготавливаемых на предприятии. Таким образом, молодые специалисты могут получить необходимые знания, что немаловажно в условиях кадрового дефицита.

Для изделий трубопроводов из стали марок 10, 20, 09Г2С, 20А, 20ФА, 15Х5М, 12(08)Х18Н10Т, 10(08)Х17Н13М2Т применяются различные технологические процессы изготовления, однако в них есть схожие операции, отличающиеся применяемым оборудованием, режимами обработки, режущим инструментом. В то же время, какие-то из операций (например, термообработка, предварительный нагрев при штамповке и калибровка) могут выполняться или не выполняться в зависимости от материала и типоразмера изделия. Для таких изделий система T-FLEX Технология позволяет не только создавать параметрические технологические процессы на уровне параметризации текстов переходов, но и подбирать оборудование на ту или иную операцию, режимы обработки, необходимость термообработки в зависимости от заданных конструктором типоразмеров и материалов.

В результате создания прототипа технологического процесса на изделие элементов трубопроводов технолог без труда сможет сгенерировать технологический процесс изготовления конкретного изделия по заданным конструктором параметрам. Благодаря сквозной параметризации данные на изделия (размеры, материал и технические требования) попадают в прототип технологического процесса, где автоматически осуществляется их анализ и расчет (подбор оборудования, режимов резания, норм времени и расхода материала). На выходе технолог получает комплект технологической документации по ЕСТД (рис. 4).

				Гост 1105-84	форма 2
Дубл.					
Взам.					
Подл.					
				38	1
Переход К 76x6-57x4 ГОСТ 17379-01					
УТВЕРЖДАЮ Главный инженер _____ / _____ / " ____ " _____					
<b>КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ</b> на изготовление детали Переход К 76x6-57x4 ГОСТ 17379-01 Сталь 09Г2С ГОСТ 19281-71					
СОГЛАСОВАНО Главный метролог _____ / _____ / " ____ " _____				Главный технолог _____ / _____ / " ____ " _____	
Разработал _____ / _____ / " ____ " _____					
ТЛ					38

				ГОСТ 3.1404-86	Форма 2												
Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	
				2	1												
Переход К 76x6-57x4 ГОСТ 17379-01																	
				010													
Заготовительная операция (резка заготовок)				Наименование операции Заготовительная		Материал Сталь 09Г2С ГОСТ 19281-71											
				Твердость ЕВ МД		Профиль и размеры МЗ КОИД											
				Оборудование, устройство ЧПУ Лентопильный станок CPS-440A		Обозначение программы СОЖ											
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>То</td> <td>Тв</td> <td>Тп.э.</td> <td>Тшт.</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Эмульсол</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1,5</td> <td style="text-align: center;">0,8</td> <td style="text-align: center;">14</td> <td style="text-align: center;">2,3</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>		То	Тв	Тп.э.	Тшт.	Эмульсол		1,5	0,8	14	2,3		
То	Тв	Тп.э.	Тшт.	Эмульсол													
1,5	0,8	14	2,3														
Р			ПИ	В или В	L	t	l	S	n	V							
P1					Т-ра печи	Начало обраб.	Конец обраб.	Скорость протяжки									
O 01	1 Уложить пакет из труб на рольганг станка.																
T 02	Мостовой кран; Стеллаж для труб; Рольганг;																
O 03																	
O 04	2 Подать трубу до полотна пилы.																
O 05																	
O 06	3 Выставить длину заготовки L=75 мм.																
O 07																	
O 08	4 Отрезать трубу-заготовку: L = 75 <sup>+0</sup> мм; φ 76x6.																
T 09	Ленточная пила REZON Normal M42 3/4; Линейка -1000 ГОСТ 427-75; Штангенциркуль ШЦ-II-400-0,1-1 ГОСТ 166-89;																
ОКЭ										9							

ГОСТ 3.1502-85										Форма 2		
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
											1	
											020	
Переход К 76х6-57х4 ГОСТ 17379-01												
Наименование операции						Наименование, марка материала						МД
Контрольная (отрезная)						Сталь 09Г2С ГОСТ 19281-71						0,5
Наименование оборудования				То		Тв						
Стол ОТК				1,2		0,7						
Р	Контролируемые параметры			Код средств ТО		Наименование средств ТО				Объем в ПК	То/Тв	
О 01	1 Проверить: длину заготовки $L=75^{+5,0}$ мм, толщину стенки $T=6_{-0,9}^{+0,75}$ мм и наружный диаметр $D=76\pm 0,8$ мм в начале процесса (первые 4 заготовки),											
	02 далее 4 раза за смену.											
Р 03						Линейка -1000 ГОСТ 427-75						
Р 04						Штангенциркуль ШЦ-II-400-0,1-1 ГОСТ 166-89						
	05											
О 06	2 Проверить отклонение торцев заготовки от перпендикулярности к оси - не более 2 мм - в начале процесса (первые 4 заготовки), далее 4 раза за											
	07 смену.											
Р 08						Угольник						
Р 09						Щуп						
	10											
О 11	3 Внешний вид: на поверхности шпунной заготовки не допускаются дефекты трубной заготовки: трещины, надрывы, волнистость. На торцах											
	12 трубной заготовки не допускаются заусенцы.											
Р 13						Визуально 100%				100		
ОК											33	

Рис. 4. Комплект технологических карт

После создания технологического процесса с основными материалами и нормами времени появляется возможность расчета себестоимости изготовления конкретного изделия (рис. 5).

Расчёт технологической себестоимости

Категории расчёта	Расчётная стоимость	Поправочный коэффициент	Поправочная сумма	Технологическая стоимость	Процент от общей суммы
<input checked="" type="checkbox"/> Основная зарплата:	338,80			338,80	23
<input checked="" type="checkbox"/> Основные материалы:	1120,60			1120,60	77
<input type="checkbox"/> Вспомогательные материалы:					
<input type="checkbox"/> Приспособления и инструмент:					
<input type="checkbox"/> СОЖ:					
<b>Дополнительные данные</b>					
<input type="checkbox"/> Электроэнергия:					
<input type="checkbox"/> Техобслуживание, ремонт, амортизация:					
<input type="checkbox"/> Возвратные отходы:					
Итого расчётная стоимость на единицу:	1459,40			Итого технологическая стоимость на единицу:	1459,40
				Итого технологическая стоимость на партию:	145940,00

Себестоимость по операциям:

Номер	Операция	Зарплата	Осн.мат-лы	Всп.мат-лы	Оснастка	СОЖ	Итого
5	Контрольная (входной контроль)	12,4					
10	Заготовительная	22,1					
20	Контрольная (отрезная)	11,3					
25	I-ая формообразующая (горячая протяжка)	45,6					
30	Контрольная (I-ая формообразующая)	11,2					
35	II-ая формообразующая (горячая объемная)	48,6					
40	Контрольная (II-ая формообразующая)	11,1					
45	Обрезная (АПР)	20,4					
50	Контрольная	9,8					
55	Калибровка	22,3					
60	Контрольная	13,4					
65	Обрезная (мехобработка)	46,2					
70	Контрольная (обрезная)	10,2					
80	Маркировочная	13,5					
85	Контрольная	17,6					
90	Контрольная (приемка)	23,1					

Рис. 5. Расчет себестоимости изготовления изделия

В результате правильного применения комплекса T-FLEX (CAD+DOCs+Технология) процесс конструкторско-технологической подготовки производства конкретного изделия трубопроводов с получением КД и техдокументации, а также необходимых данных по изделию занимает 15-20 мин. Процедура получения готовых комплектов КД и ТД может осуществляться в дальнейшем одним человеком (инженером либо мастером участка).

Важно, что руководитель в любой момент может получить достоверную информацию по текущему положению дел, начальник производства может проконтролировать соблюдение технологии изготовления изделия, а также выявить узкие места в производстве, в том числе потребность в основном оборудовании.

Система электронного документооборота T-FLEX DOCs представляет собой единое информационное ядро, позволяющее управлять жизненным циклом изделия, моделировать бизнес-процессы, генерировать различные отчеты. Фактически это аналог «умного» архива предприятия с настройкой прав доступа, безопасностью хранения данных, возможностью выдачи заданий специалистам и контроля их выполнения с одного рабочего места.



Подводя итоги, можно отметить следующее:

1. Система T-FLEX при комплексном подходе к проектированию элементов трубопроводов обеспечивает следующую функциональность:

- Автоматизированное создание КД и ТД на заданные изделия: отводы, переходы, заглушки, фланцы по ГОСТ, ОСТ и ТУ в соответствии с заданными типоразмерами по желанию заказчика;
- Разработка графической конструкторской документации согласно ЕСКД с рассчитываемыми допусками в зависимости от типоразмера детали, таким образом, исключаются ошибки «человеческого фактора»;
- Выполнение графической технологической документации согласно ЕСТД;
- Разработка технологических процессов на любые технологические переделы согласно ЕСТД;
- Обеспечение централизованное хранение КД и ТД.

2. Результатом работы системы является:

- Комплект конструкторской и технологической документации согласно ЕСКД и ЕСТД на заданное изделие «Отвод», «Переход», «Заглушка», «Фланец» и т.д.

Таким образом, использование систем комплекса T-FLEX на предприятии дает возможность обеспечить значительное (20 минут против 4-5 дней) сокращение сроков конструкторско-технологического проектирования изделия, а кроме того упрощение получения сертификата соответствия системе менеджмента качества по ISO 9001 применительно к разработке, поставке продукции элементов трубопроводов.