

---

## Технологическая подготовка производства на предприятиях ОПК в условиях «Индустрии 4.0»



*Андрей Шишин,  
ведущий инженер Группы компаний SWR  
(ранее SolidWorks Russia)*

*Certified SolidWorks Professional (CSWP)  
Certified Technology Expert (CTE)*

В 2018 году уже вряд ли найдется имеющий отношение к машиностроению специалист, который не знаком с терминами «Индустрия 4.0», «Умное производство» и «Цифровое производство». Мировой вектор развития промышленности дошел и до России, при этом в приказном порядке. Цифровизация планирует затронуть все этапы подготовки и планирования производства, в том числе этап технологической подготовки производства. Очевидно, что цифровизация российской промышленности позволяет повысить эффективность этапа технологической подготовки производства отдельно взятого предприятия. Данная статья посвящена особенностям отечественной ТПП в части разработки технологической документации и подготовки данных для производства, их отличиям от зарубежных аналогов, и тому, как можно избежать типовых ошибок при внедрении современных информационных систем.

Реальность такова, что технологические службы многих отечественных производственных предприятий ОПК сегодня работают в условиях наследия прошлых десятилетий, в некоторой степени работа ведется по инерции. Это состояние обусловлено рядом факторов, описанных ниже.

Периоды кризисов девяностых и конца нулевых привели к нехватке ИТР на рынке труда, что в итоге привело к большому возрастному разрыву в кадровом составе технологических служб: либо это возрастные сотрудники пенсионного возраста, либо молодые специалисты, только что закончившие институт. Сейчас это особенно заметно в службах вспомогательного производства: если технологи по механообработке или сборке весьма распространены, то квалифицированного литейщика или специалиста по гальваническим покрытиям найти довольно сложно. При этом следует понимать, что в ближайшие года ситуация будет только осложняться, и никакая пенсионная реформа это не изменит.

Также к нехватке ИТР можно отнести то, что процессы материального и трудового нормирования на предприятиях сейчас очень сильно упрощены. Задачи расцеховки, расчета норм основных и вспомогательных материалов ведутся ограниченным числом сотрудников, как правило пенсионного возраста. Трудовое нормирование зачастую ведется «экспертным» методом или хронометражем.

Основным средством автоматизации при подготовке данных для производства очень часто являются самописные АСУП, разработанные еще в конце 80-х на фоне массового развития ЭВМ, и, как правило, совмещающие в себе функции систем PDM/CAPP/MES/ERP. Да, такие системы отчасти решают задачи предприятия, но на сегодняшний день они морально и функционально устарели по сравнению с промышленными решениями (большинство было написано еще по DOS) и зачастую поддерживаются опять же возрастными сотрудниками, либо, что еще хуже, вообще не поддерживаются (архитектор системы уволился или ушел на пенсию). При этом ввод данных в системы производится вручную с бумажных носителей. Архитектура БД каждой системы уникальна. А отключение или выход из строя таких АСУП сравнимы с пожаром

---

в архиве – в базе данных систем хранится история по номенклатуре предприятия за последние 30 лет. В результате получается, что вроде бы работающая АСУП с низкой стоимостью обслуживания по факту может обернуться существенными рисками для предприятия и большими финансовыми затратами.

Разработка технологической документации часто ведется только «на бумагу» и в офисных приложениях вроде Microsoft Word или Excel. Это отчасти удобно и недорого, но сразу исчезает возможность применения введенных данных в других системах, возникают проблемы использования справочников и организации коллективной работы.

Стандарты ЕСТД в области бланков технологической документации (техпроцессов) последний раз перерабатывались в конце 80-х (незначительные изменения в ГОСТ 3.1105-2011 мы в расчет не берем). Все формы в первую очередь рассчитаны на ручное заполнение, либо заполнение с применением печатающих устройств. При этом стандартные формы бланков не предполагают ввод атрибутивной части, нужной для планирования производства. Например, в ГОСТ 3.1118 нигде не описано как указывать межоперационное время или правило перекрытия операций. Отсутствие подобных нюансов в ЕСТД приводит к тому, что каждое предприятие вводит свои дополнительные требования к оформлению ТД в СТП, что опять же приводит к не универсальности решения. Не стоит говорить, что кроме как в постсоветском пространстве более нигде нет такой системы требований к комплектности технологической документации. Поэтому понятие систем САПР-ТП (САРР) в России и за рубежом сильно различаются.

Разные интересы разных служб также зачастую являются проблемой: главному технологу необходимо, чтобы изделие собиралось, а документация была разработана, начальнику производства надо, чтобы производство запустилось как можно раньше и без перебоев, нормоконтроль требует, чтобы вся документация до последнего прочерка соответствовала стандартам, или она не будет выпущена. В результате получается, что производство запускается на основе предварительной и сильно упрощенной технологии, либо вообще на основании расцеховки, а документация (и все сопутствующие данные) готовится уже сильно позже.

Исходя из всего написанного выше, можно выделить ключевые особенности отечественной ТПП:

- Возраст и возрастной разрыв сотрудников служб ИТР.
- Наличие устаревших и неподдерживаемых самописных PDM/CAPP/MES/ERP систем.
- Работа «на бумагу» и неформализованный подход к разработке ТД, а также специфика отечественной ЕСТД.
- Отсутствие централизованного подхода к устройству бизнес-процесса ТПП.

Встает вопрос, как со всем этим жить в эпоху цифровой экономики. Очевидно, что решения должны лежать как в области программного обеспечения, так и в области реорганизации процесса ТПП.

Задачей специализированного ПО является формализация бизнес-процессов ТПП, автоматизация рутинных операций и информационная поддержка пользователей.

Задачей инжиниринга на производственном предприятии является ввод нового ПО в промышленную эксплуатацию с минимальными сроками и с минимальными затратами.

Рассмотрим, какие решения предлагает Группа компаний SWR своим клиентам, принявшим решение о внедрении информационных систем, направленных на оказание поддержки инженерам предприятия при принятии ими решений в области технологической подготовки производства. Начнем с программной части.

Задачами выпуска технологической документации и подготовки данных для производства в APM SWR занимается система SWR-Технология (естественно в связке с



Практически любое более-менее крупное производственное предприятие имеет в своей технологической структуре отдел, занимающийся технологической проработкой изделия: ввод межцеховых маршрутов, расчет норм расхода основных и вспомогательных материалов, расчет драгметаллов. Все эти задачи также реализуются с помощью SWR-Технологии. Состав изделия, разработанный конструкторами, загружается из SWE-PDM для технологической проработки. Сотрудникам бюро доступны все необходимые справочники, различные методы расчета заготовок, возможность в автоматизированном режиме сформировать сводную документацию.

- SWR.000.000 Шарнир
- SWR.000.000 Шарнир
- SWR.010.000 Ручка
- SWR.010.010 Планка
- SWR.010.020 Ось ручки
- SWR.000.010 Скоба
- SWR.000.020 Кардан верхний
- SWR.000.030 Кардан нижний
- SWR.000.040 Крестовина
- Ось длинная
- Ось короткая

№	Оборачивание	Наименование	Объем заготовки (шт. изделия)	Сборочные единицы		Детали		Итого				Объем	Материал	Масса	Цена	Ссылка
				шт.	шт.	шт.	шт.	шт.	шт.	шт.	шт.					
<b>Сборочные единицы</b>																
1	SWR.000.000	Шарнир	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	SWR.010.000	Ручка	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Детали</b>																
1	SWR.010.010	Планка	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	SWR.010.020	Ось ручки	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	SWR.000.010	Скоба	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Очень часто приходится слышать вопрос: «А есть ли у вас сквозные технологические процессы?». Под этим вопросом, как правило, понимаются две независимые задачи: работа нескольких специалистов над одним техпроцессом, либо получение сквозного маршрута по технологии из нескольких бюро (например, техпроцесс механообработки из ОГТ и термообработки из ОГМет). Обе задачи реализуемы в SWR-Технологии: система разграничения прав позволяет различным группам пользователей работать над одним документом, а возможность создания ссылок на технологические процессы позволяет подготавливать сквозной маршрут изготовления ДСЕ для системы планирования.

УТВЕРЖДАЮ ВРС Форма 3

Исполнитель \_\_\_\_\_

Ведомость расцеховки

<input checked="" type="checkbox"/>	Основная расцеховка	SWR.000.020	Кардан верхний	61,63,61
-------------------------------------	---------------------	-------------	----------------	----------

Порядок	Номер цеха	Обозначение ТП	Наименование ТП	Список операций	Выпускать цех	Использовать заготовку
1	61	MO.000.020	Кардан верхний ТПМО	010, 020, 030, 040, 050, 060	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	63	АВЖ.02150.00128	Пример ТП термообработки		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	61	MO.000.020	Кардан		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ссылка на MO.000.020 [TP\_MO] PCL.SWR.000.020.DET-01 1

Ссылка на АВЖ.02150.00128 [TP\_TERM] PCL.SWR.000.020.DET-01 2

Ссылка на MO.000.020 [TP\_MO] PCL.SWR.000.020.DET-01 3

Ну и в завершение обязательно стоит обратить внимание на вопрос интеграции с MES и ERP системами. Приобретение и внедрение системы САПР-ТП как обособленного продукта не дает того экономического эффекта, который предприятие получает, внедряя комплекс САПР-ТП и MES, т.е. комплекс систем, одна из которых подготавливает данные для производства, а вторая этими данным оперирует для оптимизации процесса производства. В стандартном, коробочном решении ГК SWR предлагает своим клиентам интеграцию с 1С УПП и SWR-ОКП. Естественно, этими системами возможности не ограничиваются, по запросу клиента можно разработать интеграцию с любой другой системой класса MES или ERP.

---

Естественно это далеко не полный перечень возможностей, которыми обладает SWR-Технология, за подробностями и приобретением всегда можно обратиться в ГК SWR.

Тем временем перейдем к обзору услуг по консалтингу и инжинирингу, которые предлагает компания. Сразу оговоримся, что речь пойдет только об услугах, относящихся к области ТПП, т.к. реальных задач и, как следствие, предлагаемых услуг гораздо больше.

В начале статьи уже были описаны особенности отечественной ТПП, и какие риски ей сопутствуют. Выявление всех проблем в действующей схеме и построение правильной последовательности действий является залогом к грамотному планированию затрат. Если у предприятия нет достаточной компетенции или ресурсов для разработки четкой последовательности действий, следует обратиться к системному интегратору. Квалифицированная помощь в области бизнес-аналитики позволяет выявить ключевые проблемы в текущих процессах предприятия и определить перечень необходимых работ.

Сами работы по внедрению информационных систем также проводятся специалистами ГК SWR. В части SWR-Технологии такие работы включают в себя обучение администраторов системы, организацию управления технологической НСИ, организацию работы бюро материального нормирования (расцеховка и материальное нормирование), отработку процессов создания и согласования технологических процессов, внедрение модулей трудового нормирования в бизнес-процессы технологических служб предприятия. Перечень работ формируется под конкретные задачи конкретного заказчика.

Как уже было описано выше, большей частью потенциальных пользователей SWR-Технологии являются возрастные сотрудники, которые с неохотой принимают нововведения. Соответственно, чтобы минимизировать риски при внедрении новой системы настройки выполняются так, чтобы максимально приблизить работу пользователей к привычной им. Но, тем не менее, зачастую возникает необходимость внесения изменений в принятые формы бланков или в действующий бизнес-процесс работы, особенно, если речь идет про интеграцию с MES или ERP. Для того чтобы узаконить вносимые изменения, а также, чтобы после проведенных работ у пользователей осталось подробное описание того, какие кнопки нажимать, ГК SWR предлагает услуги по разработке сопроводительной документации, такой как регламент работы, инструкции для пользователей и т.д.

Чтобы не выбиваться из смыслового контекста статьи не описывались работы, относящиеся к оборудованию с ЧПУ: разработка постпроцессоров, внедрение верификаторов УП, услуги по разработке управляющих программ. Этой теме должна быть посвящена своя статья.

Также отдельная статья должна быть посвящена масштабному вопросу – внедрению MES системы SWR-ОКП, когда результатом внедрения является не просто ускорение процесса ТПП и уменьшения количества ошибок при проектировании, а реальная экономия денежных средств предприятия за счет оптимизации его производства.

В заключение хочется подвести итоги и озвучить основную мораль написанного выше: любое предприятие, которому знакомы проблемы, описанные в данной статье, следует задуматься и принять меры, пока маховик процесса, «движущегося по инерции», совсем не остановился.