

НОРМИРОВАНИЕ ТРУДА ТЕХНОЛОГА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

О трудностях нормирования работ работников умственного труда упоминается во многих источниках и, в частности работе [1] при технологической подготовке производства в авиационной промышленности. Эти работы (как конструкторские, так и технологические) предполагают творческий подход, что обуславливает определенные трудности в определении их трудоемкости.

Существуют методики определения трудоемкости выполнения конструкторских работ [2,3]. В основе определения норм времени для выполнения конструкторских работ лежит деление конструкций по группам сложности и категориям новизны. При этом единицей отсчета принимается формат заданной величины с определенным коэффициентом заполнения. Нормирование работ по технологическому направлению имеет ряд своих особенностей. Многие из них отражены, например, в [4]. Данный сборник содержит нормы времени на основные виды работ по разработке технологической документации на процессы литья, раскроя и обрезки заготовок,ковки и штамповки, механической и термической обработки, сварки, слесарно-сборочных и электромонтажных работ, нанесения защитных и защитно-декоративных покрытий, электрофизических и электрохимических методов обработки, изготовления изделий из пластмасс, пайки, сварки трением, а также на разработку технологических документов общего назначения. Как отмечается в аннотации, сборник разработан с учетом достигнутого уровня производительности труда технологов и накопленного опыта рационализации их труда. К сожалению, вопросы нормирования процесса выполнения технологического труда, связанного с изготовлением деталей и конструкций из полимерных композиционных материалов (ПКМ), в этом сборнике не отражены. Между тем объемы применения полимерных композиционных материалов как в народном хозяйстве в целом, так и в авиационной промышленности в частности, достигли таких масштабов, с которыми уже нельзя не считаться.

В последние годы немаловажную роль приобретает нормирование труда инженерно-технических работников, занятых в сфере технологической подготовки производства (ТПП) самолетов. Поэтому для правильной организации ТПП и оптимального оснащения производства возникает настоятельная необходимость вооружить соответствующие плановые органы необходимыми нормативными материалами, которые и предлагаются в данной работе.

В настоящей работе межотраслевые нормы времени, разработанные в [4] выбраны за основу для разработки соответствующих норм, отражающих особенности производства деталей из полимерных композиционных материалов в условиях авиационной промышленности.

Нормы учитывают трудоемкость разработки технологического процесса (ТП) и сопроводительных работ (технологический контроль конструкторской документации; внедрение ТП; контроль по соблюдению технологической дисциплины; корректировку ТП: внесение изменений в технологическую документацию в соответствии с конструкторскими извещениями, по результатам внедрения ТП и рационализаторских предложений и др.), согласование технологической документации с другими подразделениями предприятия, работы общего характера и т.п. Суммарная трудоемкость сопроводительных работ составляет до 10% нормы времени на разработку ТП.

При нормировании работы технологов необходимо учитывать все элементы, которые ее составляют, степень ее новизны, необходимость выполнения вспомогательных функций и т.п. Время на разработку ТП и соответствующей документации часто определяется еще при не завершеном проектировании изделия.

В основу разрабатываемых норм положена разбивка изделий и технологических процессов по группам сложности и категориям новизны. Однако определение группы сложности производится в непосредственной связи с классификацией изготавливаемых изделий и технологических процессов их производства.

С этой точки зрения для наиболее рационального решения возникающих производственных задач необходимо, чтобы элементарные производственные единицы, т.е. детали, классифицировались по определенной закономерной системе. На сегодня определились две системы классификации деталей: конструкторская и технологическая. Эти системы связаны между собой, причем технологическую классификацию целесообразней осуществлять после проведения унификации и нормализации деталей. Суть классификации заключается в распределении сборочных узлов, агрегатов, деталей на классы, виды, группы и типы.

Технологическая классификация значительно сложнее конструкторской, так как объединение деталей в группы по общности обрабатывающего оборудования, оснастки и маршрута обработки производится по значительно большему числу признаков. Объектами технологической классификации могут быть либо технологические процессы обработки, либо непосредственно детали. Первой и основной ступенью технологической классификации является определение технологических групп и узлов, имеющих технологическое подобие.

Существуют два метода технологической классификации. Первый метод основан на общности наладки используемых приспособлений и оборудования, второй - на общности технологических процессов. Опыт

показывает, что второй метод проще и точнее. Типизация технологических процессов базируется на классификации деталей по их конструкции, следовательно, и по общности технологических задач.

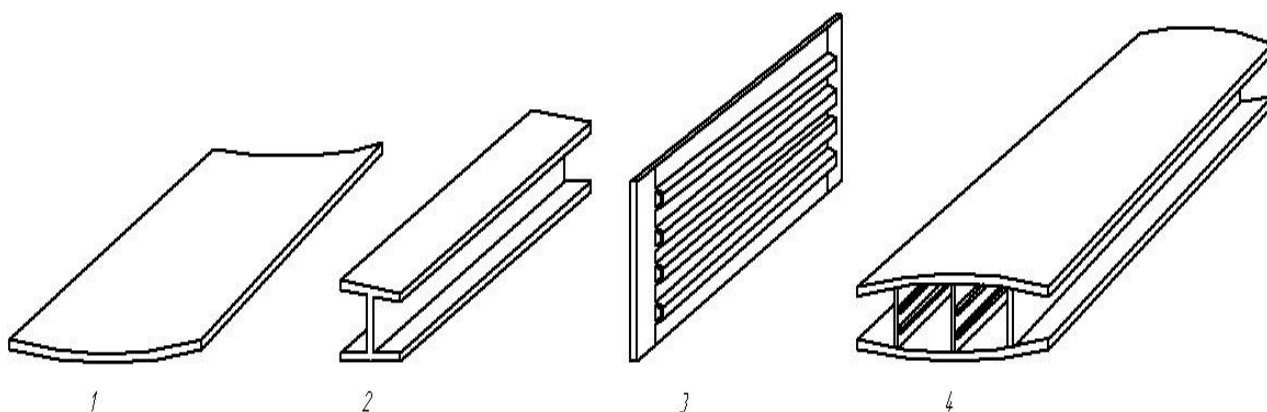
Приведение большого разнообразия деталей и узлов к ограниченному числу типов позволяет разрабатывать типовые технологические процессы для каждого типа, что значительно сокращает время на технологическую подготовку производства.

Группы сложности изделий, для которых разрабатывается технологическая документация, зависят от типа производства и даже изменяются в пределах одного типа.

В данной работе в основу разделения деталей на группы сложности взят упрощенный классификатор деталей из ПКМ самолета АН-70, так как единого классификатора конструкций из полимерных композиционных материалов не существует. В соответствии с ним изготавливаемые на самолет детали из ПКМ могут быть разделены на такие классы:

- листовые обшивочные детали;
- конструкции балочного типа;
- конструкции панельного типа;
- каркасные интегральные конструкции.

Схематически представители этих классов показаны на рисунке 1.



Классификация конструкций из композиционных материалов: 1 – листовые обшивочные детали; 2 – конструкции балочного типа; 3 – конструкции панельного типа; 4 – каркасные интегральные конструкции

Поскольку к каждому классу относится большое количество деталей, то индивидуальные особенности рассматриваемой конструкции могут быть учтены системой коэффициентов. В этой же системе коэффициентов предлагается отражать и вопросы, касающиеся категорий новизны.

Таким образом, норма времени на разработку технологической документации ($H_{\text{врем}}$) может быть определена следующим образом:

$$H_{\text{врем}} = H_{\text{к}} \cdot K_1 \cdot K_2 \dots K_n, \quad (1)$$

где H_K - норма времени типового представителя класса, приведена в табл. 1; K_i – поправочные коэффициенты, отражающие новизну и индивидуальные особенности детали.

Таблица 1 – Значения норм времени для типовых представителей класса

№ п/п	Название класса	Норма времени H_K , ч
1	Листовые обшивочные детали	8-10
2	Конструкции балочного типа	10-15
3	Конструкции панельного типа	10-20
4	Каркасные интегральные конструкции	15-30

Система поправок K_i состоит из 22 коэффициентов и учитывает особенности конструкции и разрабатываемого технологического процесса. При этом часть из них ($K_1 - K_{11}$) носят общий характер и сходны с соответствующими коэффициентами, вводимыми в [4], другая часть ($K_{12} - K_{22}$) призвана отразить специфику работы с полимерными композиционными материалами в авиационной промышленности.

Сведения о предлагаемых коэффициентах и что они призваны отражать, наличие или отсутствие в рассматриваемом производстве и диапазон их значений приведены в табл. 2.

Кроме норм времени на разработку технологической документации предлагается нормирование времени на внедрение ТП, которое состоит из таких работ:

- авторский надзор - 15% трудоемкости изготовления изделия;
- составление акта внедрения – 1,2 часа на акт.

Таким образом, полная норма времени (H_n) на разработку технологической документации и сопровождение ее в производство с учетом подготовительно-заключительных работ будет равна

$$H_n = (1,15 \cdot H_{\text{врем}} + 1,2) \cdot 1,1, \quad ()$$

где 1,1 – коэффициент, учитывающий подготовительно-заключительные работы.

Нормы времени рассчитаны на качественную разработку технологической документации. Исправление допущенных работником ошибок выполняется за счет основной нормы времени.

В табл. 3 в качестве примера приведены данные расчета норм времени для представителей разных классов. Из сопоставления полученных результатов с реальными производственными затратами на разработку технологической документации и сопровождение ее в производство можно сделать вывод об их удовлетворительном совпадении. Однако следует отметить, что приведенные в табл. 3 значения поправочных коэффициентов могут изменяться и претерпевать корректировку,

поскольку зависят от многих факторов, в том числе и от конкретных условий производства.

Таблица 2 – Поправочные коэффициенты

Поправка	Что учитывает	Механическое производство [4]	Производство деталей из ПКМ	Величина K_i
K_1	Количество технических условий и требований, приведенных на чертеже в виде обозначений и текстовых указаний	+	+	1,0-1,2
K_2	Применяется в случае разработки ТП на изготовление изделий сниженной жесткости	+	+	1,1-1,2
K_3	Если деталь или сборочная единица содержит числовое значение параметра, который характеризует сложность разработки технологического документа (например, допуск)	+	+	1,0-1,2
K_4	Выполнение технологического документа непосредственно на кальке	+	+	1,05
K_5	Разработку ТП с использованием типового	+	+	0,4
K_6	Корректировку существующего ТП, например, соответственно конструкторским извещениям, рацпредложениям и т.п.	+	+	0,1-1,0
K_7	Разработку технологической документации для крупногабаритных изделий	+	+	1,0-1,15
K_8	Большую массу изделий	+	+	1,0-1,15
K_9	Тип используемых норм времени для нормирования ТП	+	–	1,0-0,2
K_{10}	Нормирование ТП технологом, который его разрабатывал	+	+	0,8
K_{11}	Автоматизированное проектирование техпроцессов и их нормирование	+	+	1,0-0,6
K_{12}	Количество операций в ТП	–	+	1,0-3,0
K_{13}	Количество необходимого оборудования	–	+	1,0-1,1
K_{14}	Количество необходимых термообработок	–	+	1,0-1,2
K_{15}	Количество отверждаемых клеев и связующих, необходимых для изготовления детали	–	+	1,0-1,2

Продолжение таблицы 2

По-прав-ка	Что учитывает	Механи-ческое произ-водство [4]	Произ-водство деталей из ПКМ	Величи-на K_i
K_{16}	Наличие или отсутствие доводочных операций	–	+	1,0-1,05
K_{17}	Сложность армирования	–	+	1,0-1,5
K_{18}	Номенклатуру применяемых материа-лов	–	+	1,0-1,1
K_{19}	Потребность изменения схемы армиро-вания по габаритам (длине) детали	–	+	1,0-1,25
K_{20}	Количество входящих деталей	–	+	1,0-1,2
K_{21}	Необходимость подробной детализа-ции сборочных приспособлений	–	+	1,0-2,0
K_{22}	Необходимость эскизных пояснений	–	+	1,0-1,3

Таблица 3 – Нормы времени представителей разных классов

Название класса	Листовые об-шивочные дета-ли	Конструкции балочного типа	Конструкции панельного типа	Каркасные ин-тегральные конструкции
Типовой представитель	Образцы входно-го контроля	Поперечная бал-ка пола	Стенка рифтов III лонжерона	Внутренний кон-тур каркаса
Норма времени H_K , ч	10	15	20	30
K_1	1,0 (6 пунктов на чер-теже)	1,1 (12 пунктов на чертеже)	1,1 (10 пунктов на чертеже)	1,2 (18 пунктов на чертеже)
K_2	1,0	1,0	1,0	1,0
K_3	1,1 (предъявляются требования к толщине детали)	1,1 (предъявляются требования к толщине стенки и местам установки кронштейнов)	1,0 (предъявляются требования к толщине дета-ли)	1,1 (предъявляются требования к толщине дета-ли)
K_4	1.0 (техпроцесс вы-полняется на бумаге)	1.0 (техпроцесс вы-полняется на бумаге)	1.0 (техпроцесс вы-полняется на бумаге)	1.0 (техпроцесс вы-полняется на бумаге)

Продолжение таблицы 3

Название класса	Листовые обшивочные детали	Конструкции балочного типа	Конструкции панельного типа	Каркасные интегральные конструкции
Типовой представитель	Образцы входного контроля	Поперечная балка пола	Стенка рифтов III лонжерона	Внутренний контур каркаса
K_5	1,0 (не используется типовой процесс)	1,0 (не используется типовой процесс)	1,0 (не используется типовой процесс)	1,0 (не используется типовой процесс)
K_6	1,0 (разрабатывается совершенно новый ТП)	0,3 (корректируется существующий ТП)	0,4 (корректируется существующий ТП)	0,4 (корректируется существующий ТП)
K_7	1,0 (габариты детали: 0,3 × 0,9 м)	1,1 (габариты детали: 0,145 × 3 м)	1,1 (габариты детали: 0,45 × 6,9 м)	1,15 (габариты детали: 2,0 × 7,0 м)
K_8	1,0 (масса детали: 3,6 кг)	1,0 (масса детали: 3,0 кг)	1,0 (масса детали: 4,4 кг)	1,15 (масса детали: 130,0 кг)
K_9	1,0	1,0	1,0	1,0
K_{10}	1,0 (нормирование ТП производится не тем технологом, который его разрабатывал)	1,0 (нормирование ТП производится не тем технологом, который его разрабатывал)	1,0 (нормирование ТП производится не тем технологом, который его разрабатывал)	1,0 (нормирование ТП производится не тем технологом, который его разрабатывал)
K_{11}	1,0 (автоматизированное проектирование ТП не применяется)	1,0 (автоматизированное проектирование ТП не применяется)	1,0 (автоматизированное проектирование ТП не применяется)	1,0 (автоматизированное проектирование ТП не применяется)
K_{12}	1,0 (паспорт содержит 20 операций)	2,0 (паспорт содержит 50 операций)	1,5 (паспорт содержит 40 операций)	3,0 (паспорт содержит 58 операций)
K_{13}	1,0 (одно оборудование)	1,0 (одно оборудование)	1,0 (одно оборудование)	1,1 (несколько установок)
K_{14}	1,0 (одна термообработка)	1,0 (одна термообработка)	1,0 (одна термообработка)	1,2 (несколько термообработок)

Продолжение таблицы 3

Название класса	Листовые обшивочные детали	Конструкции балочного типа	Конструкции панельного типа	Каркасные интегральные конструкции
Типовой представитель	Образцы входного контроля	Поперечная балка пола	Стенка рифтов III лонжерона	Внутренний контур каркаса
K_{15}	1,0 (одно связующее)	1,0 (одно связующее)	1,0 (одно связующее)	1,0 (одно связующее)
K_{16}	1,0 (доводочные операции отсутствуют)	1,05 (необходима шпаклевка)	1,0 (доводочные операции отсутствуют)	1,05 (необходима шпаклевка)
K_{17}	1,0 (угол армирования постоянный)	1,4 (угол армирования меняется)	1,0 (угол армирования постоянный)	1,0 (угол армирования постоянный)
K_{18}	1,0 (используется материал одной марки)	1,0 (используется материал одной марки)	1,0 (используется материал одной марки)	1,05 (используется материал разных марок)
K_{19}	1,0 (угол армирования по длине детали не изменяется)	1,25 (угол армирования изменяется по длине детали)	1,0 (угол армирования по длине детали не изменяется)	1,0 (угол армирования по длине детали не изменяется)
K_{20}	1,0 (входящие детали отсутствуют)	1,05 (присутствуют входящие детали: пояса)	1,0 (входящие детали отсутствуют)	1,2 (присутствуют входящие детали)
K_{21}	1,0 (сборочные приспособления отсутствуют)	1,0 (сборочные приспособления отсутствуют)	1,0 (сборочные приспособления отсутствуют)	2,0 (сборка секций внутреннего контура в стапеле)
K_{22}	1,0 (эскизных пояснений не требуется)	1,1 (необходимы некоторые эскизные пояснения)	1,1 (необходимы некоторые эскизные пояснения)	1,2 (необходимо большое количество эскизов)
$H_{врем}, ч$	11	25,4	15,9	263,4
$H_n, ч$	15,2	33,5	21,4	334,5

Выводы

1. Из рассмотрения упрощенного классификатора деталей из ПКМ самолета АН-70 предложено четыре основных класса типовых деталей, которые приняты за основу в дальнейшем при нормировании труда технолога.
2. В работе предложена система поправочных коэффициентов, позволяющая учитывать особенности производства изделий из ПКМ при нормировании труда технолога при разработке, внедрении и сопровождении ТП.
3. Полученные результаты хорошо согласовываются с реальными затратами технолога, что позволяет рекомендовать данную систему коэффициентов в производство авиационных изделий из ПКМ при планировании работы технолога.
4. Создание нормативно-справочных материалов, учитывающих особенности производства и конструкции позволит обоснованно выбирать значение поправочных коэффициентов. Нормативно-справочные материалы для перспективного планирования должны разрабатываться на базе статистических материалов всех предприятий отрасли.

Список использованных источников

1. Крысин В.Н. Технологическая подготовка авиационного производства / В.Н. Крысин. - М.: Машиностроение, 1984. - 200с.
2. Міжгалузеві норми часу на розроблення конструкторської документації // Міністерство праці України, Національний центр продуктивності. - Краматорськ, 2007. – 110 с.
3. Міжгалузеві нормативи трудомісткості проектування засобів технологічного оснащення // Міністерство праці України, Національний центр продуктивності. - Краматорськ, 1997. - 100 с.
4. Міжгалузеві укрупнені норми часу на розроблення технологічної документації // Міністерство праці України, Національний центр продуктивності. - Краматорськ, 2005. - 132 с.

Поступила в редакцію 5.02.2009.

*Рецензент: д-р техн. наук, ст. науч. сотр. В.И. Сливинский,
ОАО "Украинский НИИ технологии машиностроения",
г. Днепропетровск.*