

*Преддипломный курс бакалавра*  
***Методичні вказівки щодо розроблення  
директивних технологічних  
матеріалів***

Лекція 1.

Лектор д. т. н. професор Сікульський Валерій Терентійович

# Директивні технологічні матеріали – основа для технологічної підготовки складального виробництва ЛА.



# Типовий склад директивних технологічних матеріалів

- *Директивні технологічні матеріали* представляють собою своєобразні тези для розробки робочей временної і серійної технологій СМР.

Раздел "Директивні технологічні матеріали по видам производств" должен содержать:

- а) конструктивно-технологическую характеристику заготовок, деталей, сборочных единиц;
- б) классификатор заготовок, деталей, сборочных единиц (при необходимости);
- в) директивные технологические процессы;
- г) перечень новых технологических процессов;
- д) перечень нормативной документации, регламентирующей технологию изготовления;
- е) ведомость технологического оснащения;
- ж) перечень технологических проблем;
- з) требования по безопасности труда и охране окружающей среды;
- и) предложения по кооперации производства.

# Состав ДТМ на агрегатно-сборочное производство

ДТМ на агрегатно-сборочное производство содержат также:

- а) схемы конструктивно-технологического членения планера и его составных частей;
- б) схемы сборки агрегатов планера;
- в) схемы и руководящие указания по увязке технологической оснастки;
- г) расчетные циклы сборки агрегатов планера.

# Внешний вид крупно-сборочной оснастки для сборки отсека фюзеляжа



# Методичні вказівки щодо аналізу технологічності конструкції вузла ЛА

1. **Простота аэродинамических форм** агрегатов планера и всех входящих в конструкцию элементов.
2. Преимущественное применение **поверхностей одинарной кривизны**, т.е. прямолинейных образующих, что обеспечивает:
  - 1) простоту, точность и оперативность выполнения геометрических расчетов контуров и поверхностей при подготовке управляющих программ для оборудования с ЧПУ, при автоматизированном изготовлении плазов и обводообразующей оснастки;
  - 2) высокую точность и простоту выполнения увязки конструкции агрегатов. В случае линейчатой поверхности, заданной плоскими сечениями, контуры всех промежуточных сечений определяются простым расчетом или графическим построением на одной проекции;
  - 3) предельное упрощение обработки и контроля рабочих контуров и поверхностей плоской и объемной оснастки;
  - 4) устранение необходимости изготовления шаблонов продольного набора сечений агрегата;
  - 5) увеличение количества однотипных деталей и узлов (шпангоутов, нервюр, листов обшивки);
  - 6) снижение трудоемкости изготовления технологической оснастки и ее номенклатуры.

# продолжение

**3. Рациональное членение конструкции ЛА** на сборочные единицы, что позволяет:

- 1) увеличить фронт СМР, сокращая сроки производства, улучшить качество сборочной единицы;
- 2) расширить применение средств механизации и автоматизации СМР;
- 3) улучшить возможности транспортировки отдельных крупных сборочных единиц и их частей при сборке **ЛА**;
- 4) повысить производительность и условия труда сборщиков;
- 5) существенно снизить себестоимость СМР.

**4.** Широкое применение в конструкции **стандартных узлов и деталей**. Параметры таких деталей и узлов имеют высокое качество, тщательно отработаны, их изготовление и сборку можно вести на специализированных участках с низкой себестоимостью, образуя заранее необходимый задел перед сборкой.

# Пример: стыковка фюзеляжа с цельным крылом самолета А-400



# Транспортировка цельного крыла на сборочное предприятие



# продолжение

- 5. Унификация элементов конструкции.** Унификация – это рациональное сокращение номенклатуры элементов одинакового функционального назначения. **Однотипность** деталей в составе конструкции **уменьшает разнообразность** техпроцессов, оснастки, при этом сокращаются затраты на ТПП и в основном производстве **ЛА**.
- 6.** Возможно большая **конструктивная преемственность**. Применение в изделии ряда деталей, сборочных единиц, монтажей, приборов, бортовых систем, ранее используемых в производстве, позволяет сократить затраты на разработку и освоение техпроцессов, на доводку оснастки, повысить качество изделия, сократить сроки освоения новых **ЛА**.
- 7.** Максимальное использование в конструкции **материалов с хорошими технологическими свойствами** (обрабатываемость, легкость деформирования, свариваемость и т.п.). Использование таких материалов позволяет упростить процессы обработки и сборки и, следовательно, снизить трудоемкость изготовления ЛА, сократить номенклатуру инструмента и оснастки, удешевить ТПП.

# продолжение

8. Сокращение **многодетальности** и **номенклатуры используемых марок материалов**, что приводит к улучшению всех технико-экономических показателей ТПП и СМР. Здесь следует расширять **монолитность** в конструкции агрегатов, панелей, узлов.
9. **Панелирование конструкций**, т.е. разделение агрегатов, отсеков, секций на **сборные** или **монолитные панели**. Сам факт вычленения панелей сопровождается значительным расширением фронта СМР, активным использованием прессовой и автоматической клепки (или сварки), что существенно улучшает и качество изделий, и технико-экономические показатели производства.
10. **Наличие свободных подходов в конструкции** к местам соединений и **применение компенсаторов** для снижения требований к точности увязки сопрягаемых элементов конструкции и уменьшения подгоночных операций.
11. **Конструкция стыков по разъемам** должна обеспечивать соединение сборочных объектов, по возможности, **без совместной обработки** сборочных баз и, таким образом, отвечать требованиям взаимозаменяемости по стыкам. Наиболее технологичными являются **фланцевые стыки**, которые легко увязываются с помощью мастер-плит. **Вильчатые стыки** являются наименее технологичными с точки зрения увязки их сборочных баз между собой.

# Стыковка оперения с фюзеляжем

- *Вильчатые стыки* являются наименее технологичными с точки зрения увязки их сборочных баз между собой.



# продолжение

**12. Ориентация конструкций на определенный метод сборки.** Сборочная единица должна быть приспособлена к выбранному методу сборки. Так, чтобы применить сборку по **КФО**, агрегаты и отсеки, имеющие замкнутую конструкцию, нужно расчленить на «открытые» панели и узлы, причем шпангоуты должны иметь стыки, совпадающие со стыками панелей, а между отдельными сегментами шпангоутов должны быть компенсирующие зазоры.

**13.** Отсутствие чрезмерно **высоких требований к точности размеров, форм и чистоте обработки** поверхностей элементов конструкции. Снижение на 1-2 квалитета точности и на 1-2 класса чистоты обработки кронштейнов может вдвое уменьшить затраты на механическую обработку.

Кроме того, улучшается технологичность объекта, если:

- 1) панели и узлы имеют **открытые двусторонние подходы** к месту клепки;
- 2) размеры панелей соответствуют характеристикам клепальных и сварочных автоматов, клепальным прессам, сверлильно-зенковальному оборудованию;
- 3) стрингеры на панелях одинарной кривизны расположены по **процентным линиям**, что обеспечивает их **прямолинейность** и отсутствие **закрутки** по длине;
- 4) швы на панелях прямолинейны, шаг заклепок одинаков и заклепки одного типоразмера;
- 5) элементы каркасов имеют **открытые профили**.

# Сборка панели в приспособлении



# Методи складання ЛА за ознаками базування

Следует различать сборку по собственным базам, находящимся на собираемых компонентах, и по внешним, не входящим в конструкцию компонентов.

По этим признакам выделяются две основные группы методов сборки:

1. Детали устанавливаются по внешним базам, расположенным на основной (базовой) детали. К этой группе относятся методы сборки: по сборочным отверстиям (СО), специально полученным на деталях; по разметке на базовой детали; по привалочным поверхностям.
2. Детали или узлы устанавливаются по базам, расположенным на специальном носителе размеров – сборочном приспособлении, стенде.

## Методи складання ЛА, що застосовуються в вузловому і панельному виробництві

Наибольшее распространение в современном самолетостроении получили такие методы сборки:

- 1) по сборочным отверстиям (СО);
- 2) по разметке на базовой детали;
- 3) по привалочным поверхностям (на посадках) на деталях;
- 4) в приспособлении с базированием деталей и узлов на их обводы и контуры;
- 5) в приспособлении с базированием деталей или узлов по специальным отверстиям (КФО, БФО);
- 6) в специальной системе оптико-механического стенда или системе опорных лучей лазерных источников.

# Правила выбору методу складання

К числу главных факторов следует отнести:

1. Конструктивные особенности самолета как объекта сборки.
2. Объем производства, определяющий целесообразность затрат на технологическое оснащение при различных методах сборки.
3. Технический и технологический уровни современного производства и перспективы их развития.

*Конструктивно-технологические факторы.*

*Членение конструкции.*

*Характер соединений элементов конструкций.*

Влияние конструктивно-технологических факторов на выбор метода сборки представлено в таблице

# факторы выбора метода сборки

Фактор	Характеристика объекта сборки	Влияние на выбор метода сборки
Членение планера самолета на конструктивно-технологические самостоятельные части	Расчленен на агрегаты	Сборка производится из отдельных деталей в сборочном приспособлении с базированием «от обшивки» или «от каркаса»
	Расчленен на агрегаты, отсеки, секции	Используются все методы сборки Сборка по БО ограничена применением КФО и БФО
	Расчленен на агрегаты, отсеки и панели	Используются все методы сборки Наиболее благоприятные условия для сборки по БО

# факторы выбора метода сборки

Жесткость конструкции	элементов	Узлы, панели и секции жесткой конструкции	Предпочтительно использование методов сборки по чертежу и по БО
		Узлы, панели и секции мало жесткой конструкции	Сборку осуществляют в сборочных приспособлениях с базированием на поверхности деталей или по СО в поддерживающих приспособлениях
		Узлы, панели, секции не жесткой конструкции (деформирующиеся под воздействием собственной массы)	Сборку выполняют в сборочных приспособлениях с базированием «от обшивки»

# факторы выбора метода сборки

Геометрическая форма собираемых конструкций	Плоские узлы, панели	Предпочтительно использовать сборку по СО
	Панели и секции с поверхностью одинарной кривизны	Предпочтительно использовать сборку по СО и КФО
Геометрическая форма собираемых конструкций	Панели и секции с двойной и знакопеременной кривизной поверхности	Для сборки могут быть использованы методы сборки в приспособлениях и по УФО Сборка по УФО требует дополнительных затрат на обеспечение совпадения КФО и СО

# факторы выбора метода сборки

Конструктивное оформление внутреннего набора	Сборочные единицы с продольным набором деталей каркаса	Широко применяется сборка по СО
	Сборочные единицы с поперечным набором деталей каркаса	Возможно широкое применение сборки по КФО
	Смешанной конструкции	Используется сборка по СО и КФО, а также сборка «от обшивки» и «от каркаса»
Характер соединения каркаса с обшивкой	Детали каркаса соединяются с обшивкой непосредственно	Осуществима сборка по УФО наряду с другими методами сборки
	Детали каркаса соединяются с обшивкой через детали-компенсаторы	Сборку ведут в сборочных приспособлениях с базированием «от обшивки» Сборка по УФО затруднена
Степень точности геометрических размеров и форм	Объекты сборки первой зоны точности	Предпочтительна сборка в приспособлениях с базированием «от обшивки»
	Объекты сборки второй зоны точности	Возможно широкое использование метода сборки по УФО наряду с другими методами сборки

Лекция окончена!

- Спасибо за внимание!
- Готов ответить на вопросы