

НАРОДНЫЙ КОМИССАРИАТ АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР  
БЮРО НОВОЙ ТЕХНИКИ

# ПОТОЧНАЯ СБОРКА САМОЛЕТОВ В США

(СБОРНИК ПЕРЕВОДОВ ПО МАТЕРИАЛАМ ИНОСТРАННОЙ ПЕЧАТИ)

СОСТАВЛЕН  
ИНФОРМАЦИОННЫМ ОТДЕЛОМ БНТ НКАП

ИЗДАТЕЛЬСТВО БЮРО НОВОЙ ТЕХНИКИ НКАП

1944



629  
П. 644  
~~С. 10~~

~~ЗАВЕЩАНИЕ~~  
П. 644

ЖК

5737

ГОС. ПУБЛИЧНАЯ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
БИБЛИОТЕКА СССР

9315 <sup>25</sup>/<sub>60</sub>

ВВЕДЕНИЕ

Опыт США в области поточной сборки самолетов представляет значительный интерес для работников нашей авиационной промышленности.

К сожалению, крайняя ограниченность информации, объясняемая условиями военного времени, затрудняет изучение и использование зарубежного опыта как раз в то время, когда это наиболее желательно. Для того, чтобы по возможности восполнить этот пробел, Бюро Новой Техники НКАП предпринимает издание настоящего сборника. В сборник вошли наиболее интересные статьи по применению поточных методов производства в самолетостроении, появившиеся главным образом в 1943 г. в американских и английских авиационных журналах. В сборник включено также несколько более ранних статей, содержание которых не устарело и к настоящему времени.

Цель сборника — сконцентрировать наиболее интересный материал по данному вопросу, имеющийся в иностранной литературе, и тем самым освободить работников нашей авиапромышленности от поисков этого материала в разрозненных и часто трудно-доступных иностранных источниках.

Первой в сборнике помещена статья о применении в самолетостроении подъемно-транспортных устройств, изготавливаемых специализированными фирмами в США. В статье имеется весьма интересное указание о том, что инженеры авиационной промышленности не создавали в этой части ничего нового, а лишь использовали опыт других отраслей промышленности и оборудования, предлагаемое специализированными фирмами.

В статье „Производство самолетов „Мустанг“ на заводах фирмы Норт-Америкен“ (стр. 10) приведены некоторые подробности по организации сборочных работ на этих заводах. Обращает внимание конструкция самолета „Мустанг“, спроектированного с учетом особенностей поточного массового производства. В статье отмечено, что большинство работ по монтажу оборудования и вооружения, которые обычно выполняются в цехе окончательной сборки, на этих и на других американских заводах выполняются при сборке

секций агрегатов, т. е. в то время, когда конструкция полностью „открыта“ и подобные работы могут быть выполнены в минимальный срок с минимальными затратами. При такой системе объем работ, выполняемых на окончательной сборке самолета, незначителен и большинство операций распродоточено на широком фронте. Нововведением является также применение непрерывно движущихся конвейеров на линиях внастапельных работ и при монтаже секций агрегатов.

Особый интерес представляет статья „Производство самолетов „Эвнджер“ на заводах восточного отделения фирмы Дженерал Моторс“ (стр. 23). Эта статья освещает организацию производства на группе заводов автомобильного концерна, переключившегося в значительной мере на авиационное производство, в частности на изготовленные самолетов. Как утверждает автор, производство автомобилей очень сильно отличается от производства самолетов, но целый ряд моментов, отражающих прежнюю деятельность фирмы, вкраплен в производство самолетов. Автор указывает, что в результате кооперирования заводов один из них является фактически только сборочным заводом. Работа этого завода и описана подробно в данной статье. В чисто „автомобильном“ стиле построен на этом заводе сборочный конвейер длиной около 1,5 км. Такие конвейеры позволяют глубоко расчлнять сборку в условиях массового выпуска, но их довольно часто „лихорадит“, так как малейшая заминка на одном из 100 стенов тяжело сказывается на работе всей поточной линии, т. е. на выпуске. Оригинально решена здесь задача обеспечения рабочих мест инструментом — путем снабжения набором инструментов каждой тележки конвейера; интересно и указание автора о питании стенов с помощью основной конвейерной линии.

В сборнике помещены три статьи, посвященные описанию производства четырехмоторных бомбардировщиков Боинг В-17 „Летающая крепость“ на заводах Боинг (стр. 28), Дуглас (стр. 33) и Вега (стр. 39). Организация сборки на всех

этих заводах различна. К сожалению, отсутствуют сведения о размерах выпуска самолетов на этих заводах, что не позволяет оценить различные методы сборки с точки зрения соответствия их программе. Независимо от этого, следует отметить, что технология сборки на заводе Боинг (ведущий завод) значительно уступает технологии, принятой на заводах Вега и Дуглас. Так, центральный отсек крыла на заводе Боинг собирается по сути дела в одном приспособлении без предварительного расчленения его на секции, а на заводе Вега сборка этого и других агрегатов полностью расчленена на секции. На заводе Дуглас такое расчленение увязано с передвижением собираемых секций в процессе их совместной сборки до завершения сборки агрегата. Это решение можно считать образцовым с точки зрения организации поточной сборки столь крупного агрегата. Хорошо организованы на заводе Дуглас внастапельные и монтажные работы. С конвейерных линий этого завода сходят вполне законченные и окрашенные агрегаты с испытанными устройствами, причем окрасочные камеры расположены на поточных линиях. Сборка самолетов из таких агрегатов не представляет затруднений, и поэтому, как справедливо указывают авторы статьи, площадь цеха окончательной сборки доведена на этих заводах до минимально возможных размеров.

Следует обратить внимание на упоминание о том, что на заводе Боинг не применяются падающие молоты. Эта тенденция характерна для новых заводов США вообще и подтверждается указаниями, имеющимися в других статьях.

Статья, посвященная новому заводу Вега (стр. 37), дает представление о рациональных методах сокращения грузопотоков и увеличения полезной площади на заводе.

Производство четырехмоторных бомбардировщиков В-24 „Либерейтор“ и их транспортного варианта С-87 „Либерейтор-Экспресс“ на заводе Консолидейтед описано в двух статьях и одном реферате (стр. 44, 51 и 55).

Методы превращения бомбардировщиков в транспортные самолеты, описываемые в одной из этих статей (стр. 55), показывают, как устраняются затруднения, возникающие при производстве этих двух типов машин не только на одном заводе, но даже на одной конвейерной линии.

Успех этого предприятия во многом обязан слаженной работе конструкторов и технологов. Умело проведенная реконструкция самолета обеспечила возможность сборки его в тех же сборочных приспособлениях, на том же оборудовании конвейерной линии. В этих статьях следует обратить внимание и на некоторые детали организации работы конвейера, а особенно на простоту учета обеспеченности стенов конвейера деталями. Вообще во всех статьях отмечается стремление упростить систему учета деталей и их выдачи на стелды.

Особый интерес представляют помещенные в сборнике две статьи (стр. 59 и 65), в которых кратко описаны организация и технология, применяемые на самолетном заводе Форда в Уиллоу Ран (вблизи Детройта). На первый взгляд, организация и технология производства на этом заводе не разнятся существенно от принятых на других заводах США. Но при более глубоком анализе становится ясным, что этот завод является результатом огромной творческой работы, проделанной работниками Форда при организации производства незнакомого им ранее объекта. Во всяком случае то, что уже сделано на заводе в части автоматизации и механизации производственных процессов и в части применения панельной сборки в связи с совершенно оригинальными приспособлениями, а также применения чисто „автомобильных“ методов изготовления деталей — все это является прокладыванием новых путей в самолетостроении.

Статья о производстве летающих лодок „Коронадо“ (стр. 73) дает представление о применении поточных методов производства при сборке большой четырехмоторной летающей лодки.

Последняя статья сборника содержит краткие сведения о методах сборки, применяемых на заводе фирмы Мюррей. Замечательным здесь является применение непрерывно движущихся сборочных конвейеров для сборки крыльев и других агрегатов. Фирма Мюррей — автомобильная фирма, переключившаяся на самолетостроение, упорно работает по перенесению своего старого опыта в это новое для нее производство. Начав с внедрения стальных штампов для глубокой вытяжки деталей, с точечной сварки и т. д., она организовала и сборку на „автомобильном“ конвейере.

## ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА В ПРОИЗВОДСТВЕ САМОЛЕТОВ<sup>1</sup>

Л. В. СПЕНСЕР

Для выполнения крупных заказов правительства США на самолеты потребовалось создать новые заводы, оборудованные транспортными средствами, отвечающими требованиям массового производства.

В распоряжении проектировщиков этих заводов был огромный опыт машиностроения, облегчавший, в частности, оборудование самолетных заводов транспортными средствами, наиболее целесообразными для этого производства. Поэтому не было нужды изыскивать новые типы конвейеров, тележек, грузоподъемных платформ и т. д. Следовало только правильно выбрать и рационально применить многообразное оборудование, которое уже успешно применили другие заводы. Новые и реконструированные авиационные заводы США оборудованы конвейерами новейших систем, подъемными устройствами, тележками, передвижными кранами и т. д.

На всех предприятиях авиационной промышленности механизированные виды транспорта до минимума сократили применение человеческого труда. Сборочные цехи, окрасочные и термические мастерские на всех заводах оборудованы конвейерами. Для перевозки отдельных агрегатов или частей применяется разветвленная система монорельсов. Мостовые краны переносят фюзеляжи, крылья и другие громоздкие части. Короче говоря, авиационная промышленность пользуется таким оборудованием, каким не пользовалась ни одна отрасль промышленности.

Для того, чтобы добиться максимального выпуска самолетов при минимальной затрате времени, на новых заводах введено все то, что требуется для ускорения производства.

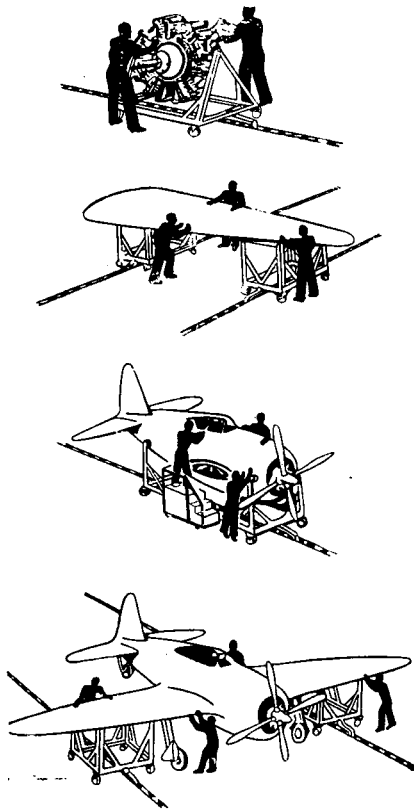
### КОНВЕЙЕРЫ

Практически почти все типы самолетов, начиная от дальнего бомбардировщика до истребителя, теперь строятся с применением конвейерной системы. Во многих случаях это означает, что конструкция самолета должна предусматривать исключение при сборке приспособлений, которые могут усложнить стройную систему конвейера.

Скорость движения, длина и другие характерные черты непрерывной конвейерной сборочной линии отличны в каждом отдельном случае, в зависимости от размера производственной программы, конструкции самолета и от других производственных факторов. В сборочных цехах самолетных заводов обычно применяют конвейеры с механическим приводом цепью. Цепь движется в стальном или бетонированном желобе, расположенном несколько выше уровня пола. Схема такого конвейера в сборочных цехах показана на фиг. 1.

Сборка самолета обычно начинается тогда, когда одна из секций фюзеляжа устанавливается на специально сконструированном транспортном приспособлении—тележке, а заканчивается в конце конвейера. Транспортное приспособление связано с конвейерной цепью крочками и цепь движется, проходя стелды, на которых устанавливаются различные устройства и агрегаты.

Тележки конвейера обычно оборудованы разводкой электроэнергии и сжатого воздуха. Это позволяет пользоваться механизированным инструментом в то время, как изделие движется вдоль сборочной линии.



Фиг. 1. Схема применения цепного конвейера Лэмсона для транспортировки моторов, фюзеляжей и т. д.

<sup>1</sup> Handling Equipment for Speeding Aircraft Production—Aero Digest, VIII 1942.

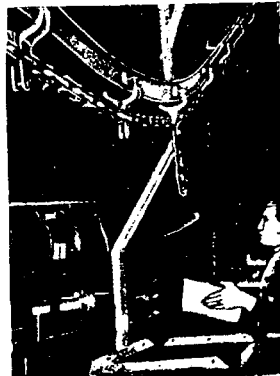
Мелкие детали, устанавливаемые на различных стендах сборочных линий, обычно доставляются к стендам в ящиках по конвейерной системе, которая циркулирует по цехам и складам завода. На фиг. 2 показан такой конвейер на заводе Белл.

Более крупные части, как например, крылья, оперение, моторы, посадочные щитки и т. п., доставляются к главной сборочной линии из других цехов по подвесным путям. На фиг. 3 показан кран в сборочном цехе завода Вега.

Основная сборочная линия конвейера является сердцем системы массового производства. Применение конвейеров и других транспортных средств дает возможность расчленить производственный процесс на относительно простые операции, выполнение которых может быть синхронизовано. А это сокращает рабочее время, упрощает производство, сокращает брак и требует менее квалифицированных рабочих.

На авиамоторных заводах фирмы Райт конвейерная система дала возможность увеличить выпуск, превратить в производственные площади многочисленные участки, использовавшиеся раньше для складов, и позволило перебросить транспортных рабочих на другую работу. На одном только заводе этой фирмы в механических и литейных цехах установлено около 10 км конвейеров. В механических цехах этого завода (в цехах гильз

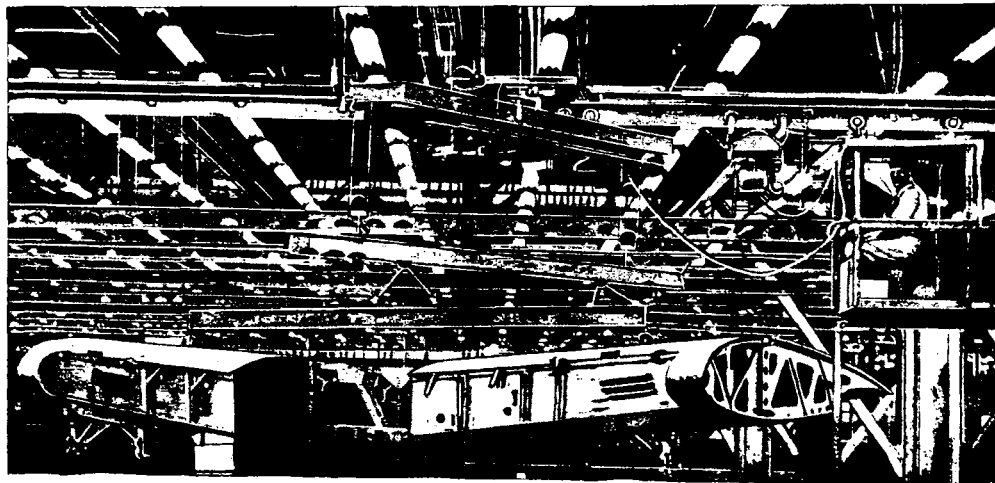
Фиг. 2



Мелкие детали на подвесном конвейере длиной в 1,5 км на заводе Белл. Указатель наверху служит для указания назначения груза лотка

и в то же время служит как бы складом деталей, ожидающих механической обработки.

На конвейерах цеха гильз цилиндров имеются две параллельные линии роликов. Детали, ожидающие механической обработки, лежат на наружной линии. Когда же рабочий завершает работу над деталью, он перемещает эту деталь на внутреннюю линию конвейера.



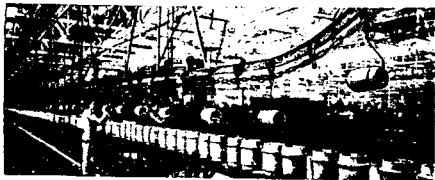
Фиг. 3. Подвесной кран в сборочном цехе завода Вега

цилиндров, головок и т. п.) имеется около 3,5 км рольгангов.

Для питания производства в этих цехах необходимо доставлять к рабочим местам громадные количества материалов и деталей. Система рольгангов в соответствии с этим имеет два назначения: она доставляет детали в механические цехи

Рольганги расположены на уровне загрузочных станций-станков. Таким образом, рабочий передвигает детали только в одной плоскости. Так как заготовка цилиндра до





Фиг. 4. Подвешенная конвейерная линия на заводе Райт для транспортировки гильз цилиндров в цех термической обработки. Гильзы проделывают путь длиной 750 м

первой обработки весит около 25 кг, то необходимо установить соответствующую высоту конвейера с тем, чтобы сократить до минимума утомление рабочих.

Монорельсовые конвейеры на этом заводе имеют общую длину около 1200 м. Самая длинная монорельсовая линия длиной около 750 м идет от цеха цилиндров до цеха термической обработки и обратно. Общий вид этой конвейерной линии показан на фиг. 4. Пропускная способность ее олее 700 гильз в час.

Главную сборочную линию на заводе Райт предполагается оборудовать возвратно-поступательной конвейерной системой. Там имеются две параллельные линии, обслуживающие весь сборочный цех. В ленточной роликовой конвейер переправляет формы головок цилиндров из формовочного отделения в заливочное. Обычно четыре формы помещаются на платформу, которая движется на роликах. После заливки формы остывают, передвигаясь по конвейеру.

На самолетном заводе Аэронка сконструирован рельсовый конвейер, по которому движутся специальные тележки с установленными на них фюзеляжами. На этих тележках фюзеляжи можно вращать и, таким образом, вести сварку (сборку) с любой стороны. Общий вид этого конвейера с установленными фюзеляжами показан на фиг. 5. Ради экономии материала это транспортное оборудование было сделано на 75% из бракованного материала. Всю систему транспорта работники фирмы изготовили своими силами. Хотя ранее у фирмы не было нужного опыта, но изобретательность и высокая квалификация работников помогли выполнить всю систему так, что после внедрения ее в производство не встретилось никаких затруднений.

Фиг. 5



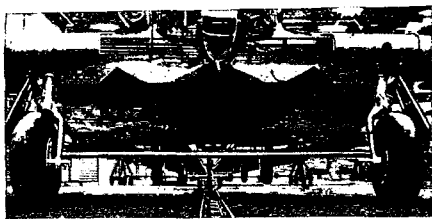
Фюзеляжи, подвешенные на поворотных подвесках на рельсовом конвейере завода Аэронка

Конвейеры с цепным приводом установлены и на сборочных линиях завода Норт-Америкен. Самолет на таком конвейере показан на фиг. 6. Кроме того, весь завод оборудован конвейером для подачи мелких деталей из одного пункта в другой.

Сборка самолетов на этом заводе идет на трех отдельных линиях, связанных между собой. Крупные детали для агрегатов направляются в сборку по конвейерным линиям. Сборка центроплана и отъемных частей крыла происходит на одной линии конвейера. Фюзеляж собирается на второй линии конвейера. В конце этих линий собранное крыло направляется на третьей конвейер, где оно соединяется с собранным фюзеляжем и продолжает двигаться до конца линии, где снимается законченный самолет.

Компания Эркулд Мотор Корпорейшен имеет средней величины завод, производящий авиамоторы воздушного охлаждения для легких самолетов. Конвейерная система завода очень проста и эффективна для такого производства. В начале сборки коленчатый вал мотора устанавливается вертикально в опоре на простой роликовый конвейер. В конце линии подъемник, установленный на монорельсе, снимает мотор и подает его в испытательную станцию. Впоследствии мотор по монорельсу перевозится в окрасочный цех, а затем в упаковочную.

Для подачи деталей самолета в сборочные цехи на заводе Белл оборудован конвейер длиной около 1,5 км. Корзины этого конвейера снабжены путевыми указателями, используя которые отправитель указывает номер цеха, в который отправляется груз. В добавление к этой системе на заводе имеются электрокары и автокары, используемые для перевозки тяжелых ча-



Фиг. 6. Цепной конвейер сборочной линии на заводе Норт-Америкен

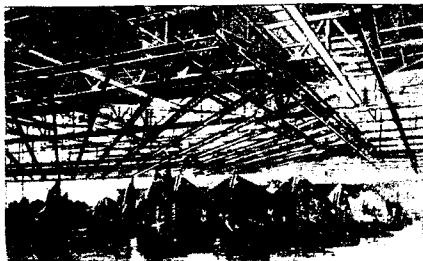
стей и срочных грузов. Как и на большей части авиазаводов, на заводе Белл имеется непрерывно движущаяся конвейерная линия на сборке самолетов. Кроме того, на заводе Белл имеется конвейеризованная установка для окраски деталей методом окунания, показанная на фиг. 7.

Растет применение конвейеров и на заводах Кертисс-Райт. Среди нововведений на этом заводе можно отметить непрерывно движущуюся конвейерную линию для сборки истребителей. Конвейер занимает 30% площади, ранее занимаемой сборкой, и это позволило заводу увеличить выпуск. Конвейер передает 35 типов основных

узлов и агрегатов и является настолько гибким устройством, что изменение конструкции собираемого самолета требует лишь незначительного переоборудования конвейера.

До установки этого конвейера детально изучили каждую операцию на каждом участке, причем учитывали такие моменты, как движения рабочего, перевозку материалов, типы применяемых инструментов и т. п. С такими данными легко было определить предъявляемые к конвейеру требования и создать устройство, позволяющее достигнуть максимальной производительности.

В настоящее время на заводе Гленн Л. Мартин установлен новый конвейер, который переносит крупные части и материалы по рельсам, расположенным на уровне потолка,



Фиг. 8. Монорельсовые пути завода Кертисс-Райт для передвижения крыльев в сборочный цех



Фиг. 7

Конвейер для окраски деталей окунанием на заводе Белл

посредством лотков, опускающихся только в погрузочные и приемочные станции, чем уменьшается площадь пола.

Со склада материалов этот конвейер транспортирует поступающие материалы на контрольные пункты и в различные цехи. Обработанные детали в корзинах и ящиках подвешиваются к этому конвейеру для отправки в различные места. Проектировщики этой тщательно разработанной системы утверждают, что конвейер переносит в месяц около 700 т грузов. Подвеска конвейера несет около 90 кг и площадь ее достаточно велика. Для указания места назначения груза применяются цветные ярлыки.

Доставка пропеллеров на балансировочные установки на заводе Кертисс-Райт производится повесными конвейерами. Большие пропеллеры весьма неудобны для перевозки. Разработанная конвейерная система исключает повреждение пропеллеров при их передвижении из одного места завода в другое. Эта система имеет множество стрелок, передаточных мостов и т. п.

Завод Кертисс-Райт Пропеллер имеет конвейерную систему и в экспедиции. Параллельные линии транспортеров пластинчатого типа передвигаются там с одинаковой скоростью. На них собирают прежде всего упаковочные ящики (эти ящики поступают на завод в разобранном виде). После сборки ящика в него помещают пропеллер и ящик закрывают крышкой. Упакованный пропеллер взвешивается на весах, автоматический механизм которых отмечает вес без остаточек конвейера. Последняя операция, выполняемая на этом погрузочном конвейере, заключается в обозначении по трафарету веса на

ящике, после чего он на подъемной тележке перевозится на погрузочную платформу.

На заводах Кертисс-Райт в цехе крыльев применяются подъемники грузоподъемностью в 450—250 кг, двигающиеся по рельсам. Подъемники оборудованы приспособлениями для быстрого закрепления крыла. Значительное количество стрелок в этой системе монорельсов дает возможность доставлять транспортируемые части в любой пункт сборочного цеха. Эта транспортная система показана на фиг. 8, а на фиг. 9 показана линия сборки узлов на этом же заводе, оборудованная ленточным транспортером.

На заводах Боинг установлены ленточные транспортеры. Семь таких транспортеров длиной по 20 м каждый вскоре будут обслуживать механический цех, так что рабочие смогут направлять готовые детали прямо в сборочные цехи.

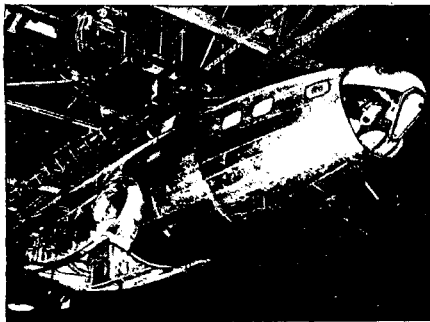
## КРАНЫ

На авиационных заводах обычно применяют подъемные мостовые краны, передвигающиеся по рельсам, уложенным на колонны пролета. Такие краны весьма грузоподъемны; пролет их редко превышает 30 м. Кабина машиниста должна обеспечивать хороший обзор и быть расположена

Фиг. 9



Ленточный конвейер на заводе Кертисс-Райт для сборки узлов



Фиг. 10. Фюзеляж самолета В-17 на заводе Боинг передвигается мостовым краном на окончательную сборку

вперед крана. Некоторые небольшие краны не имеют кабин и управляются с пола.

Сейчас трудно даже представить самолетный завод, не имеющий кранов. На заводе Боинг семь больших кранов обслуживают всю линию цехов завода. Это основа всей транспортной системы завода. Они поднимают все части крупных бомбардировщиков и передвигают их из одного цеха в другой. Применение такого крана показано на фиг. 10.

Каждый кран может поднять до 5 т и в случае необходимости мост может быть оборудован 10-тонным подъемником. В механическом цехе установлены краны меньшей грузоподъемности. В литейной два 5-тонных мостовых крана подают тиглы для плавки свинца и другие грузы.

Еще более совершенная транспортная система создается в цехах термической обработки. Она совершенно исключит ручной труд. В штамповочном цехе завода имеется 3-тонный монорельсовый подъемник.

На заводе Вега кранами передвигается фюзеляж в процессе сборки самолета до ее окончания. Прекрасно разработанная система кранов имеется на заводе Кертисс-Райт. Здесь разработаны средства подъема 10-тонного фюзеляжа транспортного военного самолета С-46. Четыре параллельные балки с расстоянием между ними 6 м и с расчетным пролетом в 12 м были оборудованы двумя пятитонными подъемниками, нагрузка на которые должна была распределяться равномерно. Оборудование было завершено к моменту выпуска самолета С-46.

Так было создано своими силами и из наличных на заводе материалов весьма серьезное подъемно-транспортное сооружение.

#### ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВАГОНЕТКИ И ТРАКТОРЫ

Наиболее распространенным типом оборудования для подачи материалов на крупном заводе являются вагонетки и тракторы. Они широко применяются на каждом самолетном заводе. Огромные заводские здания, растянутые нередко на

много километров, с боковыми проходами и складами, занимающими большое пространство, с успехом обслуживаются этими транспортными средствами.

Усовершенствованные вагонетки оборудованы сейчас подъемным устройством. Такая вагонетка показана на фиг. 11.

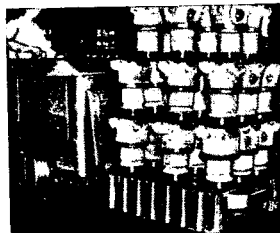
Заводские вагонетки имеют несколько основных конструктивных форм: колесные вагонетки с электрическими двигателями от аккумуляторных батарей, с бензиновыми двигателями и вагонетки на гусеничном ходу<sup>1</sup>.

Беккер Индустриэл Дивизион Беккер Роланд К° выпускает электрокары большой мощности с подъемными платформами для перевозки тяжелых грузов. Эти электрокары широко применяются на авиазаводах. Типичный подъемник Беккер грузоподъемностью 2 т имеет спереди платформу. Эта платформа может подниматься, подхватывать груз и быстро перебрасывать его в другое место. Другой тип этой же вагонетки имеет высокую подъемную платформу, которая передвигается вверх и вниз. Подъемная платформа может поднять груз приблизительно на 3 м от пола. Эти данные вполне приемлемы для нужд авиазаводов. Общий вид такой электрокары показан на фиг. 12.

Выпускаются и вагонетки, имеющие спереди два вилкообразных рычага. Эти рычаги могут опускаться к полу и захватывать, например, штампы для установки их на пресс. Вилки с грузом могут отклоняться назад на 12°, чтобы удержать груз от перемещения во время передвижения ва-

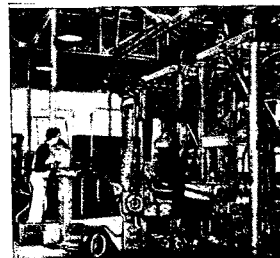
<sup>1</sup> Этот вид транспортного оборудования известен на наших заводах как электро- и автокары. *Прим. редакции.*

Фиг. 11



Вагонетка с подъемным устройством

Фиг. 12



Вагонетка Беккера снимает штамп из-под падающего молота





Фиг. 13. Вагонетка с вилчатым подъемником

гонетки. Применение такой вагонетки показано на фиг. 13. На фиг. 14 показана грузовая полускользящая платформа, перевозимая на вагонетке с подъемником. Такой подъемник может выполнить работу 10 человек.

При ограниченной площади складов эти вагонетки позволяют производить укладку материалов в высоту. Специальный высокий подъемник может поднимать груз весом до 2,5 т на высоту в 3,6 м.

На фиг. 15 показан подъем таким подъемником ящика со станком для установки его на другие такие же ящики.

Подъем и укладка грузов до высоты потолка освобождает тысячи дополнительных метров поверхности пола.

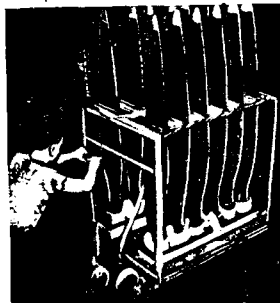
Фирма Гистер К° применяет весьма производительную подъемную вагонетку. Эта машина с гидравлическим подъемником имеет грузоподъемность около 7 т и может поднимать груз на высоту 5 м. Другая такая же вагонетка с цепным подъемником поднимает груз в 3 т на высоту 3 м. Подъемники Гистер оборудованы бензиновыми двигателями. На фиг. 16 показано применение вагонетки с подъемником для подъема хвостовой части самолета.

Имеются также вагонетки Гистер, оборудованные подвижным краном. Эти хорошо сконструированные вагонетки широко применяются на всех авиационных заводах. На таких вагонетках можно перевозить груз весом до 4,5 т. Необычайная грузоподъемность такого средней величины агрегата является качеством очень ценным для самолетного производства.

Лоу мот о р Компани выпускает серию тяжелых подъемников с бензиновыми двигателями. Они быстро завоевывают популярность, например на заводах Локхид, Вега и Вальти. Эти тележки применяются на заводе Локхид в качестве локомотива для вождения так называемых безрельсовых поездов. Они выпускаются с тягово-торсионным стержнем и имеют грузоподъемность от 1 200 до 2 000 кг. Часто можно видеть, как эти малошумные механизмы тащат длинный поезд из платформ, нагруженных всякими материалами.

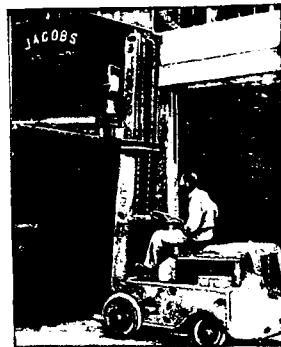
На крупных заводах безрельсовые поезда курсируют по расписанию, и их применение одобря-

Фиг. 14



Полуподвижная платформа, сконструированная для перевозки ее вагонеткой с подъемником

Фиг. 15



Кар-подъемник поднимает ящик на высоту 3,6 м

Фиг. 16



Вагонетка с подъемником легко поднимает хвостовую часть самолета

ют даже критически настроенные железнодорожники. Обслуживание многочисленных цехов, снабжение их бесконечным числом предметов, в которых они нуждаются, с карандашей до крупнейших агрегатов самолета, — это большое дело, которое сильно зависит от методов работы такой железной дороги.

Правильная эксплуатация грузовых поездов, курсирующих по заводу круглые сутки, обеспечивается квалифицированными диспетчерами.

На заводе Дуглас безрельсовые грузовые поезда перевозят до 60 т грузов в сутки и циркулируют по всем намеченным станциям, через



Фиг. 17

Перевозка грузовой платформы безрельсовой дороги с помощью вагонетки с подъемником

каждые 80 мин, передвигаясь в двух направлениях — туда и обратно. Каждый поезд проходит 55 миль (88 км) в день, причем в одном прогоне поезда перевозят термосы с горячей пищей для рабочих. В случае необходимости диспетчер дополнительно заказывает специальный поезд или даже два и изобретает способы для предохранения этих экстренных поездов от столкновения с другими поездами.

Один автокар-платформа и несколько прицепных платформ с одним водителем могут перевезти значительно больше грузов, чем грузовик. Но так как поезд занимает большую площадь и менее подвижен, чем автомобиль, то некоторые заводы считают перевозки на грузовиках более целесообразными.

Безрельсовый поезд может обслуживать цепи перевозок только относительно мелких грузов, которые следует распределять на прицепных вагонах.

Система безрельсовых дорог удобна тем, что один из прицепных вагонов можно отцепить от поезда и оставить на каком-нибудь пункте, где его можно нагрузить или разгрузить, не задерживая остальных вагонов, которые могут следовать до места назначения. Другое преимущество безрельсового поезда заключается в том, что кон-

струкцию прицепных вагонов можно подобрать в соответствии с перевозимым материалом: вагон с открывающимся кузовом для тяжелых грузов и плоские платформы для других.

Передвигать некоторые материалы удобнее безрельсовым поездом, а не конвейером, хотя они и проходят по тому же направлению. Так как отдельные прицепные вагоны можно отцепить от поезда и затем отвести с основного пути с помощью вагонетки-подъемника, как это видно на фиг. 17, то эта система целесообразнее конвейера, связанного с точно установленными путями.

Фирма Меркури Компани изготавливает трехколесные тягачи с одним передним колесом. Эти тягачи прекрасно маневрируют в цехах. Та же фирма делает прицепные вагоны для различного рода грузов. Тягачи Меркури выпускаются аккумуляторные или с газодинамическими двигателями.

#### ПОДЪЕМНЫЕ ЛЕБЕДКИ (ПЛАТФОРМЫ)

Применяемые сейчас на заводах США подъемники делятся на простые, управляемые ручным способом снизу, и подъемники с кабинками управления.

Электроподъемники типа вагонеток движутся по монорельсовым конвейерным путям, причем электропровода для них протянуты параллельно рельсам. Применяются также и пневматические подъемники. Для переноски больших тяжестей применяют мощные подъемники, которые двигаются по рельсам без механического привода.

При ознакомлении с бесконечным разнообразием подъемного оборудования надо отметить подъемники Шиперд Нирс. Этот коньер выпускает больше 5000 типоразмеров электроподъемников. При таком разнообразии типов и размеров всегда можно подобрать нужный для данного производства тип подъемника.

## ПРОИЗВОДСТВО САМОЛЕТОВ «МУСТАНГ» НА ЗАВОДАХ ФИРМЫ НОРТ-АМЕРИКЕН<sup>1</sup>.

Р. Х. РУД

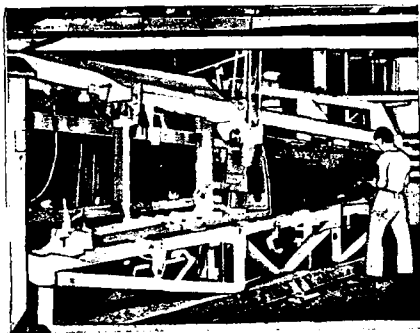
На заводе фирмы Норт-Америкен, выпускающем истребители Р-51 «Мустанг», имеется пять главных линий сборки: мотоустановки, фюзеляжа, хвостовой секции фюзеляжа, хвостового оперения и крыльев. На нескольких вспомогательных мелких линиях сборки собираются шасси, кабины летчика, противопожарные перегородки и т. д.

Крыло самолета «Мустанг» состоит из четырех секций: правой и левой передних секций и правой и левой задних секций. Сборка передних секций начинается в стационарных приспособ-

лениях, одно из которых показано на фиг. 18. Узлы, образующие секции, в свою очередь, собираются до установки в приспособление. Сборка секции начинается со сборки лонжеронов из коротких швеллеров, к которым присоединяют подкрепляющие элементы и полки. Затем к лонжеронам присоединяют нервюры, вспомогательные лонжероны и обшивку. Все эти работы выполняются в стационарных приспособлениях. К лонжерону присоединяют и детали крепления шасси. В общей сложности эти работы занимают около 30% времени, затрачиваемого на сборку всего крыла.

Затем передняя секция правой или левой

<sup>1</sup> «Mustangs» by North American—Aviation, July 1943.



Фиг. 18. В этом приспособлении к лонжерону присоединяют заранее собранные части передней секции крыла и узлы шасси



Фиг. 20. Консоли крыла перемещаются по проходу между рабочими платформами. В конце этой ветви линии консоль окрашивается в окрасочной камере, после чего поступает на вторую ветвь этой же линии



Фиг. 19. Задние секции крыла—правые на одной линии и левые на другой—движутся к стендам, где они будут соединены с передней секцией. Эта линия непрерывно движется

половины крыла укрепляется на транспортном приспособлении, которое движется на колесах через 24 стенда сборочной линии с двумя параллельными ветвями. На этой линии передние секции подготавливаются для соединения с задними секциями.

Задняя секция также собирается в приспособлениях и передается на сборочную линию, показанную на фиг. 19, заканчивающуюся приспособлением для соединения секций. В этом приспособлении секции соединяются, но не склеиваются. Склеивание выполняется в другом приспособлении.

После выемки из главного приспособления склепанная половина крыла поступает на непрерывно движущуюся линию, состоящую из 17 стендов (фиг. 20), на которой заканчивается сборка и производится установка различных деталей. По выходе из окрасочной камеры, распо-



Фиг. 21. В начале второй ветви сборочной линии крыла правая и левая половины крыла соединяются. По мере продвижения крыла на нем устанавливают закрылки, шасси, концевые обтекатели, детали управления и другое оборудование

ложенной на середине линии (правая и левая половины крыла движутся по линии попеременно), половины крыла соединяются (фиг. 21).

На следующей сборочной линии производится установка шасси и управления. После того как крыло выходит с последнего стенда этой линии, группа рабочих передвигает его к началу линии окончательной сборки. Перевозка крыла показана

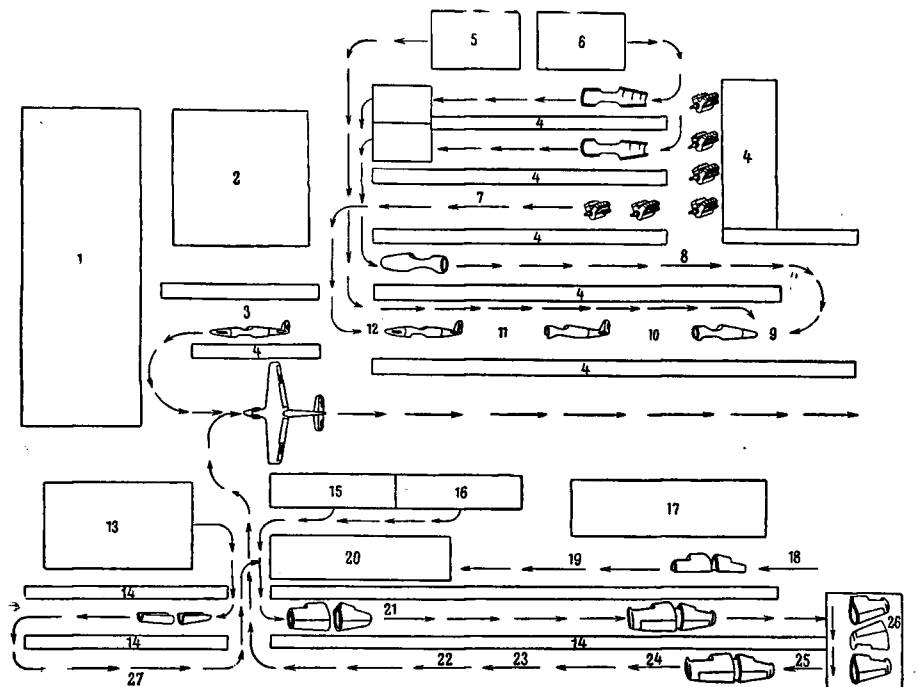


Фиг. 22. Собранное крыло перевозят к началу линии окончательной сборки

на фиг. 22. На этой линии крыло устанавливают на тележку в горизонтальном положении; на первом стенде линии крыло соединяют с фюзеляжем.

Основное условие, обеспечившее успешность работ на линии сборки передней секции крыла, заключается в предельной детализации производственного процесса. Специализация исполнителей доведена до такой степени, что на каждом стенде работает только один, два, редко три человека. Так как на каждом стенде рабочие выполняют только одну или две небольших операции, то они работают очень продуктивно и успевают выполнить свою работу за то время, пока конвейер медленно проходит стенд.

К каждому стенду линии подведены сжатый воздух и электроэнергия; инструменты перемещаются на тележках вместе с собираемой секцией. Этим предотвращается скопление инструментов на полу, поломка их и запутывание шлангов и электрических проводов, что затрудняло бы работу. Ролики тележки катятся по рельсам из угло-



1 — механический цех; 2 — контроль деталей; 3 — движение прерывное; 4 — склад; 5 — сборка хвостового обтекателя фюзеляжа; 6 — сборка боковых, верхних и нижних панелей фюзеляжа; 7 — линия сборки мотоустановки; 8 — соединительные панели фюзеляжа проходят линию сборки; 9 — присоединяется хвостовой обтекатель; 10 — присоединяется хвостовое оперение; 11 — непрерывное движение; 12 — устанавливается мотор; 13 — сборка передних секций крыла; 14 — склад; 15 — главные сборочные приспособления, в которых склеиваются передние и задние секции; 16 —

главные сборочные приспособления; 17 — сборка задних секций крыла; 18 — приспособления для сборки задних секций крыла; 19 — задние секции крыла (правые и левые); 20 — приспособление для соединения передних и задних секций крыла в вертикальном положении; 21 — правая и левая половины крыла движутся непрерывно к окрасочной камере; 22 — установка ручек управления; 23 — установка шасси; 24 — непрерывное движение; 25 — правая и левая половины крыла соединены; 26 — окраска; 27 — непрерывно движущаяся линия сборки передней секции половины крыла

Фиг. 23. Схема планировки завода, выпускающего истребители „Мустанг“

вого железа. Передняя и задняя части половины крыла при установке их в приспособлении для склепывания крепятся так, что обеспечен удобный доступ ко всем частям конструкции. Они жестко укреплены по концам, наверху и в центре. В приспособлении очень мало фиксаторов. Рабочие могут близко подойти к каждому участку и выполнять работу стоя или сидя.

На линии окончательной сборки крыла конвейерные тележки движутся по полу, в проходе между рабочими платформами. Ширина этого прохода всего около 750 мм, но в нем свободно размещаются несколько рабочих, стоящих на полу. Другие рабочие находятся на платформе. Работа ведется одновременно с верхней и нижней поверхностей крыла, движущегося равномерно через стелды линии.

Склады деталей расположены вблизи места потребления деталей. Получение деталей не связано с какими-либо канцелярскими формальностями и потерей времени. Рабочий просто подходит к стеллажу и берет ту деталь, которая ему требуется. Ответственность за учет и хранение деталей, а также за их порчу возлагается на начальника цеха и на других ответственных лиц.

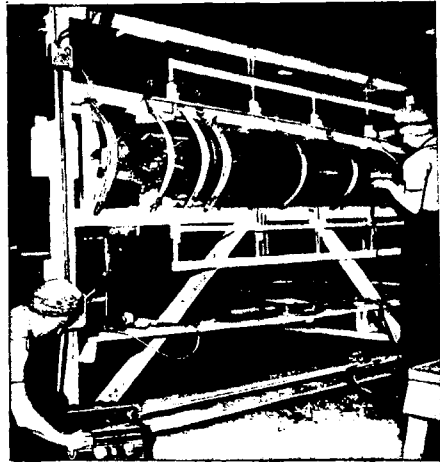
При планировке операций на заводе стремились добиться положения, при котором законченная деталь не передвигалась бы непроизводительно по конвейеру. Холостой путь законченных элементов конструкции на заводе не превышает 6 м.

Как уже упоминалось выше, сборка передней и задней секции полукрыла расположена справа и слева от линии сборки крыла. Сборка передней секции ведется с одной стороны, а сборка задней секции — с другой. Линия окончательной сборки крыла кончается в том же месте, где и начинается. По образуемому проходу законченное крыло перемещается на линию окончательной сборки для соединения с фюзеляжем. Схема планировки завода показана на фиг. 23.

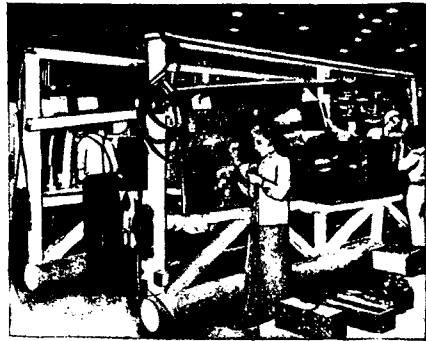
Разбивка фюзеляжа на узлы проведена значительно глубже, чем это обычно принято в самолетостроении. Сборка фюзеляжа начинается в стационарных приспособлениях, где собирают нижнюю, верхнюю и боковые панели, постепенно устанавливая другие узлы и оборудование. Приспособления обеспечивают свободный доступ ко всем частям собираемого агрегата. Конструкция этих приспособлений показана на фиг. 24 и 25. Установка оборудования начинается в третьем приспособлении, через которое проходят такие агрегаты.

Боковые панели фюзеляжа также собирают сначала в стационарном приспособлении, после чего передают их в подвижные приспособления, в которых они проходят три стелда. Затем они поступают в окрасочную камеру, где их изнутри окрашивают. По выходе из окраски боковые панели проходят по двум линиям (правые и левые) через четыре стелда и после переходят в главное сборочное приспособление. Здесь две боковые, верхняя и две нижние панели соединяются, образуя носовую часть фюзеляжа.

Хвостовая секция фюзеляжа, содержащая много оборудования, собирается в стационарном



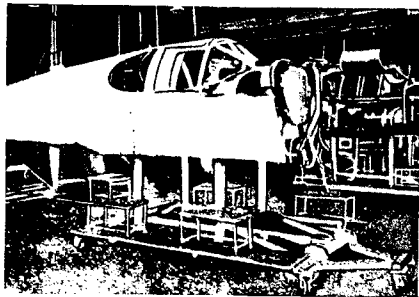
Фиг. 24. Стационарное приспособление для сборки верхней панели фюзеляжа



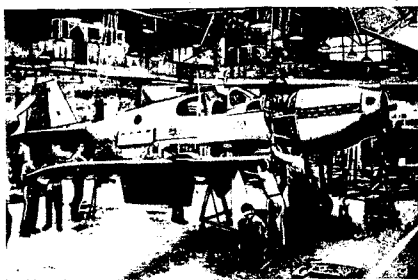
Фиг. 25. Приспособления для сборки боковых панелей фюзеляжа



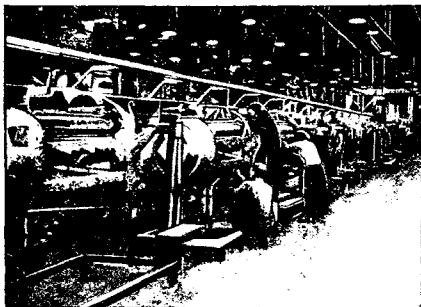
Фиг. 26. Стационарное приспособление для сборки хвостовой части фюзеляжа



Фиг. 27. Подвижные тележки, применяемые на линиях сборки и оборудования фюзеляжа



Фиг. 29. На первом стенде линии окончательной сборки крыло стыкуется с фюзеляжем



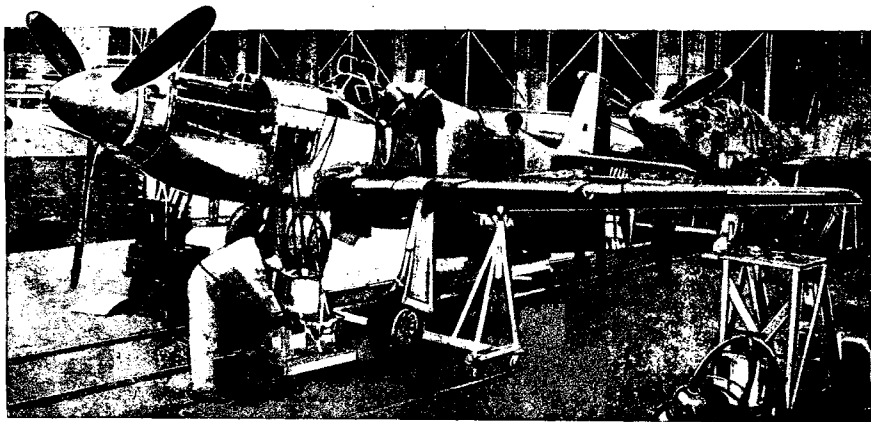
Фиг. 28. Линия сборки мотоустановок

приспособлении (фиг. 26) и затем проходит по короткой сборочной линии с четырьмя стендами, на последнем из которых устанавливается вспомогательное оборудование. Четыре таких линии, расположенные рядом, обеспечивают необходимый выпуск.

По выходе из главного сборочного приспособления носовая часть фюзеляжа устанавливается на конвейерную тележку для перемещения по двум ветвям длиной, непрерывно движущейся сборочной линии, где устанавливают хвостовую секцию, хвостовое оперение и мотор.

Тележки, применяемые на этой линии, — четырехколесные и имеют спереди два дополнительных небольших колеса для обеспечения устойчивости при установке мотора. Конструкция тележки видна на фиг. 27.

Моторы, установленные на тележках (фиг. 28), проходят 12 стендов, на которых устанавливают



Фиг. 30. Конвейерные линии окончательной сборки на заводе Белл

ОПЕЧАТКИ

Напечатано	Должно быть
<p>Фиг. 30. Конвейерная линия окончательной сборки на заводе Белл</p> <p>Фиг. 31</p>	<p>Фиг. 30. Осмотр самолета "Мустанг" на стенде № 8 линии окончательной сборки</p> <p>Фиг. 31. Конвейерная линия окончательной сборки на заводе Белл</p>

оборудование, вспомогательные части, каркас капота и, наконец, капот. С последнего стенда собранная моторная группа передвигается по проходу на вторую ветвь линии окончательной сборки фюзеляжа, где мотоустановка монтируется на фюзеляж.

Почти законченный фюзеляж с установленным мотором проходит пять дополнительных стендов, на которых заканчиваются соединения, а также проверяются электросеть и различные механизмы, после чего фюзеляж передвигается на первый стенд линии окончательной сборки приблизительно

на высоте шасси, и эти два агрегата соединяются. На фиг. 29 показан самолет на первом стенде линии окончательной сборки. Двигаясь хвостовой частью вперед, самолет проходит десять стендов, на которых к нему присоединяются зализы крыла, устанавливается винт и производится его очистка. На стенде № 8 (фиг. 30) самолет осматривают представители завода, а на стенде № 10 — представители заказчика. После наносится камуфлирующая окраска, устанавливается вооружение, самолет регулируют и проводят испытания его в полете.

## ПРОИЗВОДСТВО САМОЛЕТОВ „ЭРКОБРА“ НА ЗАВОДЕ БЕЛЛ В БУФФАЛО (США)<sup>1</sup>

Г. В. ПЕРРИ

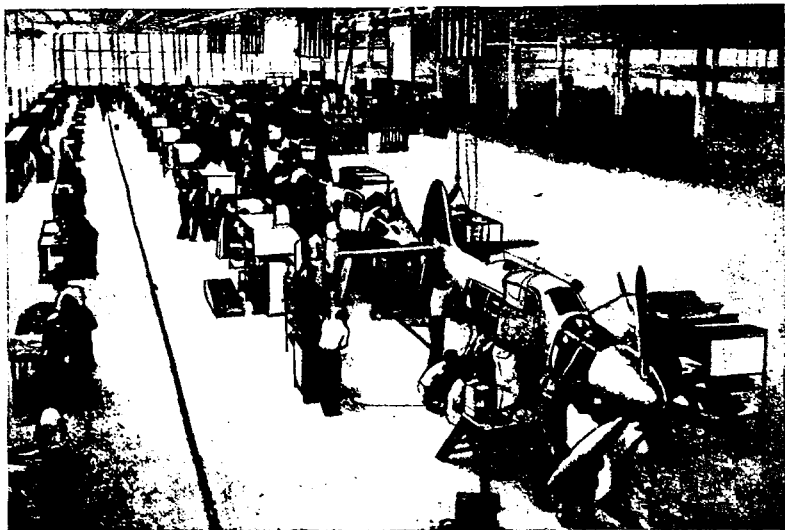
### ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ СБОРКА

Вдоль всего завода проходят две линии окончательной сборки, разделенные каждая на двенадцать стендов (фиг. 31). На каждом стенде производятся определенные сборочные операции. Материал и детали подаются к каждому стенду и располагаются на полках стеллажей для хранения. На видном месте вывешивается график, в котором перечислены все детали, необходимые для работы

на этом стенде. Количество самолетов, для которых имеются комплекты деталей, отмечается в больших квадратах; в этих же квадратах отмечается и число деталей, поданных на стенд. Благодаря такому счету деталей можно в несколько минут проверить обеспеченность линии окончательной сборки деталями.

На всех стендах хранится запас деталей, достаточный для сборки десяти самолетов, но не имеется запаса узлов или агрегатов, так как они непрерывным потоком поступают на главную сборочную линию.

<sup>1</sup> Aircraft Production at Buffalo—Aircraft Engineering № 154, XII 1941.



Фиг. 31



Штамповочный, механический и инструментальный цехи занимают половину завода и расположены по одну сторону сборочных линий, цехи же сборки узлов и агрегатов расположены с другой стороны главной сборочной линии. Во всех сборочных цехах сборочные линии подведены к соответствующим стендам линий окончательной сборки.

В начале сборочных линий собираются центральные секции фюзеляжа, затем конструкция устанавливается на тележку, движущуюся вдоль сборочной линии через четыре стенда, на которых заканчивается сборка фюзеляжа и подготавливается установка мотора, проводимая на пятом стенде.

Агрегаты и узлы последовательно поступают с соответствующих линий, перпендикулярных главной линии. На остальных стендах устанавливают кабину, люки задней части фюзеляжа, рули, крылья, шасси, приборы и другое оборудование.

При внесении изменений в конструкцию какой-либо детали процесс производства ни на минуту не прерывается. Новая деталь изготавливается отдельно, и специально назначенная группа рабочих снимает заменяемые детали с уже собранных и собираемых частей самолета и заменяет их новыми деталями, идя против потока до тех пор, пока не подойдет к стенду, на котором новая деталь впервые поступает на сборку.

## ПРОИЗВОДСТВО САМОЛЕТОВ НА ЗАВОДЕ КЕРТИСС-РАЙТ<sup>1</sup>

П. Н. ДЖЕНСЕН

В этой статье описано производство самолетов на одном из заводов фирмы Кертисс-Райт, выпускающих истребители Р-40 Томахоук, Киттихоук и Уорхоук. Сборочные конвейеры завода работают двадцать четыре часа в сутки и по семи суток в неделю. На этом заводе строятся и тяжелые транспортные самолеты. Завод начал выпускать самолеты через семь месяцев после закладки фундамента.

Самолеты Киттихоук и Уорхоук в настоящее время строятся методами, обеспечивающими полную взаимозаменяемость деталей и агрегатов. Для изготовления фюзеляжей, крыльев, агрегатов, хвостового оперения и т. п. применяются специальные приспособления и инструменты. Некоторые приспособления смонтированы на роликах, что позволяет передвигать их в процессе сборки. Это дало возможность расчленить сборку на отдельные операции, выполняемые специализированными бригадами рабочих.

Начальные стадии сборки крыльев показаны на фиг. 32. В приспособлениях, показанных на фотографии, собирают передние лонжероны с нервюрами и приклепывают обшивку носка, предварительно подкатанную на станке Фарнхейм для получения необходимой кривизны.

Собранные носовые секции крыльев поступают в приспособления, показанные на фиг. 33. В этих приспособлениях устанавливаются и приклепываются остальные лонжероны и нервюры и большие панели обшивки по всей хорде крыла. На фиг. 34 показаны собранные в этих приспособлениях левые и правые крылья на сборочном конвейере. Справа видны половинки крыльев, подготовленные к стыковке, слева — крылья с установленной на них проводкой гидросистемы, посадочными фарами и электропроводкой. После того как крылья достигнут конца сборочного конвейера, их направляют в малярный цех для окраски.

Стабилизаторы начинают собирать также с носка, а затем приклепывают лонжероны, нервюры и стрингеры к работающей обшивке. Так же, как при сборке крыльев, стрингеры стабилизаторов приклепывают к обшивке заранее, что сокращает работу в приспособлении для сборки.

Шасси собираются полностью на конвейере, к которому детали подаются из механического цеха. Инженеры фирмы Кертисс-Райт первые в авиационной промышленности применили для этой работы роляганг.

Сборка фюзеляжей начинается в подвижных сборочных приспособлениях, в которых фиксируют шанпоуты и приклепывают стрингеры. Затем приклепывают впают обшивку, поступающую на сборку раскромочными панелями с готовыми лунками для потайных головок заклепок. Фиксируются панели обшивки перед клепкой фиксаторами Клекко (Слес). Верхние и нижние секции фюзеляжей собираются отдельно и соединяются в конце сборочного конвейера.

По мере продвижения крыльев, моторов и фюзеляжей по сборочным линиям, расположенным параллельно друг другу (фиг. 35), из цехов на сборку поступают другие собранные агрегаты.

Собранные отдельно крылья и фюзеляжи стыкуются на конвейере, показанном на фиг. 36. Здесь же происходит окончательный монтаж систем и агрегатов и проверка их действия. Затем самолеты опускаются на свои колеса и выкатываются из цеха для испытания моторов, после чего самолеты передают в отдел летных испытаний.

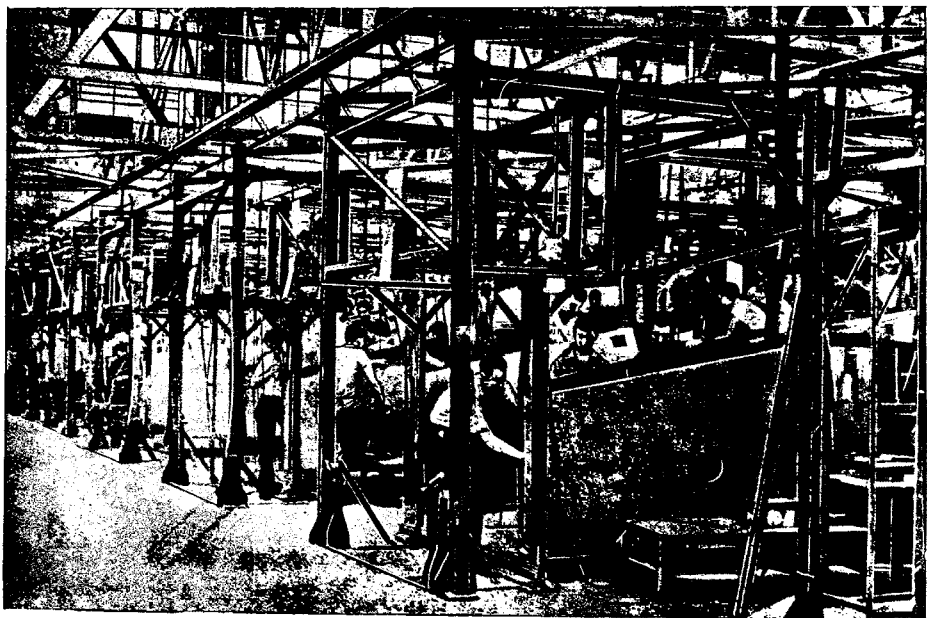
В числе оборудования завода имеется гидравлический 3000-тонный пресс Клиринг (фиг. 37). Пресс снабжен четырьмя подвижными столами для подготовительных операций, расположенными попарно с двух противоположных сторон пресса.

Эти столы передвигаются в поперечном направлении относительно рабочей линии пресса и устанавливаются в одном из двух положений. Первое положение — стол отодвинут в сторону от пресса. В это время на подвижную раму стола укладываются

<sup>1</sup> Some of the Production Methods Employed in Turning out the Noted Pursuit Planes of the P-40 Series Popularly Known as Tomahawks, Kittiwawks and Warhawks — Machinery, VII, XII 1942.



Фиг. 32. Приспособления для сборки носовых секций крыльев



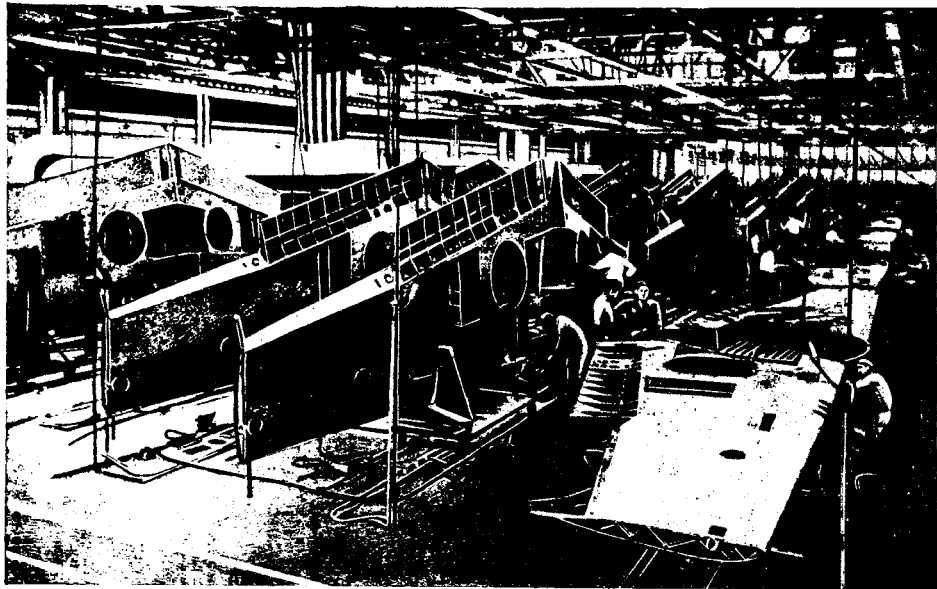
Фиг. 33. Приспособления для сборки и приклейки дощечек, нервюр и обшивки листовым секциям крыльев

1012

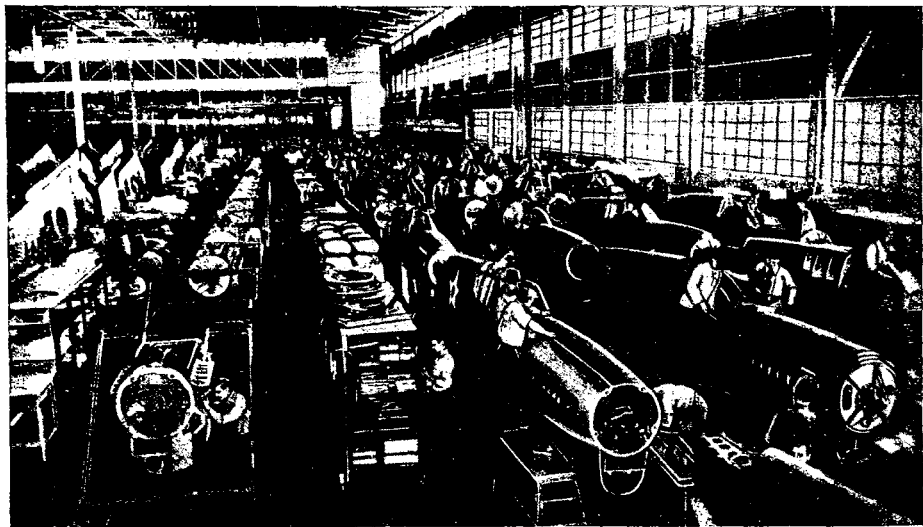
ГОС. ПУБЛИЧНАЯ  
НАУЧН. ТЕХНИЧЕСКАЯ

9315

2/60



Фиг. 34. Сборка на конвейере левых и правых половин крыла. Справа — подготовка половин к стыковке



Фиг. 35. Линии окончательной сборки крыльев, мотоустановок и фюзеляжей



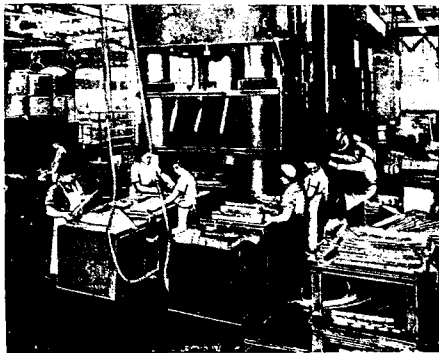
Фиг. 36. Окончательная сборка самолетов Кертисс-Уорхаук.  
На заднем плане видны большие транспортные самолеты

ют пуансоны — формы из месонита или стальных плит — и сверху на них кладут заготовки из дуралюмина.

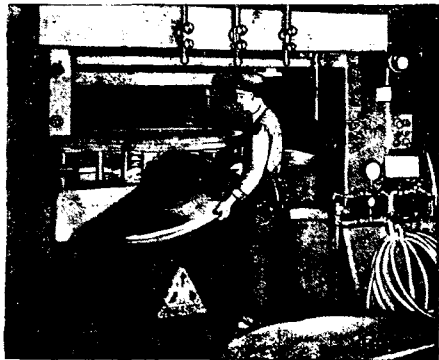
После этого нагруженный стол передвигается во второе положение — вплотную к болстерной плите пресса, и гидравлический механизм передвигает плиту с заготовками со стола на болстерную плиту пресса. После того как операция штамповки выполнена, плита автоматически возвращается на

соответствующий стол, и последний передвигается обратно в первое положение для снятия готовых деталей и укладки новых заготовок. В это время болстерная плита пресса снова загружается со стола, придвинутого с противоположной стороны пресса. Наличие четырех столов дает возможность значительно повысить производительность пресса.

При вытяжке широко применяются деревянные пуансоны и матрицы со стальной облицовкой.



Фиг. 37. Гидравлический 3 000-тонный пресс «Клиринг» с четырьмя загрузочными столами



Фиг. 38. Штамповка с вытяжкой на деревянных штампах со стальной облицовкой

На фиг. 38 показан такой штамп, применяемый на гидравлическом прессе Клиринг мощностью 750 т для штамповки обшивки концевых обтекателей крыльев. Стальная облицовка на пуансоне и на прижиме имеет толщину 3,2 мм.

В целях экономии времени при штамповке материал некоторых деталей заменен. Так, крылья, малые шпангоуты и некоторые другие детали, толщина материала которых лежит в пределах от 0,5 до 1,6 мм, штампуемые при помощи резины или цельностальных матриц, или матриц из дерева с облицовкой из стали, изготавливаются сейчас из материала ST вместо SO, применявшегося ранее<sup>1</sup>.

Детали, изготавливающиеся из материала SO, необходимо после штамповки закалить. Пружка же покоробленной в результате термообработки детали отнимает от четырех до восьми минут. Материал ST поступает в закаленном состоянии и изготовленные из него детали не требуют дополнительной обработки. Однако при штамповке деталей из материала ST необходимо увеличивать радиусы гибки и вытяжки, а также учитывать упругие деформации, величина которых зависит от толщины материала. Таким образом изменяются все открытые и закрытые углы штампов.

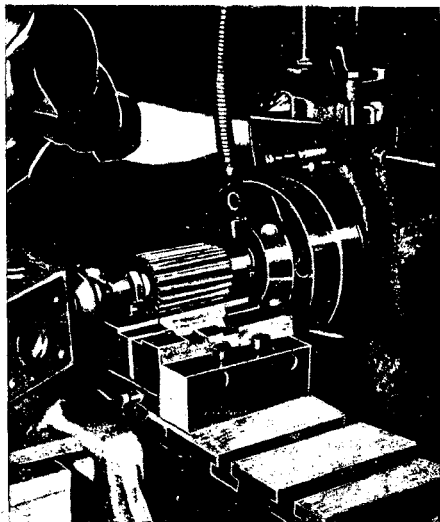
Испытания показали, что детали, изготовленные из материала ST, прочнее, чем детали из материала SO, подвергнутые термообработке после штамповки. Кроме того, отпала необходимость в рифтах, увеличивающих жесткость деталей для уменьшения коробления при закалке.

Несмотря на то, что около 30% механически обрабатываемых деталей для самолетов Кертисс-Киттихоук и Уорхоук изготавливают в порядке договоров другие предприятия, описываемый завод имеет большой механический цех. В оборудованное этого цеха входит 25-тонный вертикальный протяжной станок Футбарт для обработки деталей шасси из хромо-никеле-молибденовой стали. С установкой этого станка производительность по деталям шасси повысилась почти в семь раз. За один ход протяжки на этом станке с детали снимается до 4,8 мм металла с точностью до 0,25 мм.

Изделия устанавливают на станок по одному в специальное приспособление и надежно зажимают в нем. После этого рабочий нажимает кнопку электрического управления, приспособление перемещается вперед в рабочее положение, ползун совершает рабочий и обратный ход и приспособление возвращается в положение для загрузки; все это совершается автоматически.

Стол передвигается приблизительно на 457 мм. Как стол, так и ползун приводятся в действие гидравлическим механизмом. Протяжку можно применять для обработки плоскостей, так как ее ширина равна 165 мм, а длина — 1,52 м.

Иногда вследствие недостатка станков на заводе применяют для тех или иных операций не предназначенные для них оборудование. На фиг. 39 показан токарно-револьверный станок Гиншольт, оборудованный для фрезеровки мелких поковок из хромо-никеле-молибденовой стали. Поковки



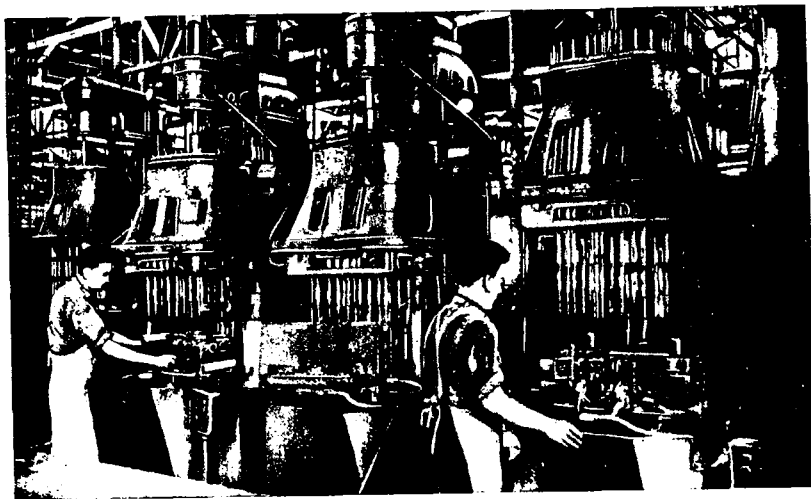
Фиг. 39. Фрезеровка деталей на токарно-револьверном станке

устанавливаются в приспособлении, которое монтируется на нормальном поперечном суппорте станка. Оправка фрезы одним концом зажимается в цапговом патроне передней бабки, а другим упирается во вращающийся центр, установленный в револьверной головке.

Объединение в одной операции сверления и развертывания обеспечивает взаимозаменяемость четырех деталей узла шасси. Три детали устанавливаются на четвертой более длинной детали в том положении, какое они будут занимать после сборки, зажимают в кондуктор и сверлят отверстия во всех четырех деталях одновременно. На фиг. 40 показаны многошпиндельные станки Нэ-тко для одновременного сверления и развертывания отверстий. На переднем плане видна установка обрабатываемых деталей по описанному выше способу. Кондуктор с зажатými в нем деталями последовательно поступает на каждый из четырех многошпиндельных сверлильных станков и передвигается по столу станка назад, пока не надвинется фиксирующими вырезами на массивные упоры, установленные на столе станка. При этом кондуктор нажимает на выключатель Микро, блокирующий опускание многошпиндельной головки сверлильного станка. Станок не может быть пущен до тех пор, пока кондуктор не коснется выключателя Микро. Фиксаторы, укрепленные на столе, надвигаются на установочные штифты кондуктора и удерживают его на месте, пока сверла поднимаются по окончании операции.

На каждом станке сверла расположены двумя группами. В заднем положении кондуктора используются только шпиндели задней половины

<sup>1</sup> SO — отожженный, ST — закаленный аэлад. Очевидно, такая замена может быть произведена, как это указывает автор, лишь в некоторых случаях для штамповки деталей с неглубокой вытяжкой. *Прим. редакции.*



Фиг. 40. Многошпиндельные сверлильные станки Натко для одновременного сверления и развертывания

головки станка. Затем кондуктор перемещается вперед, надвигаясь фиксирующими вырезами на массивные упоры на передней стороне стола, показанные на фиг. 41, и соприкасается со вторым блокирующим выключателем Микро. Таким способом сверлят 68 отверстий и 20 из них развертывают, причем заданные расстояния между отверстиями выдерживаются с точностью 0,025 мм. Производительность увеличивается в 10 раз по сравнению с работой на одношпиндельном станке. Правые и левые детали одного наименования обрабатывают, меняя кондукторы и съемные плиты настройки сверлильных станков.

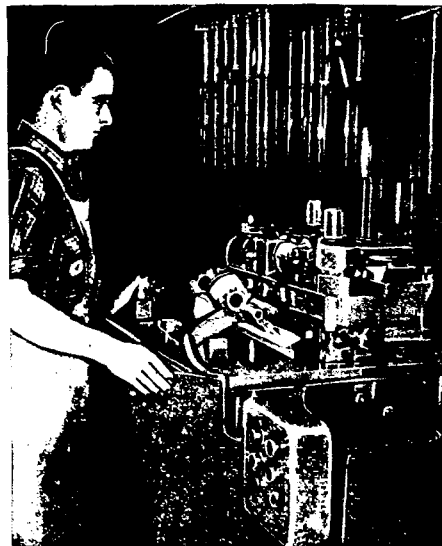
Для ускорения клепки была введена групповая клепка на клепальных прессах Дженерал Энджиниринг на многих операциях предварительной сборки.

Клепка обшивки крыла к стрингерам показана на фиг. 42. Одновременно расклепывается десять потайных заклепок. При такой клепке на клепальный пресс подаются листы с уже вставленными в отверстия заклепками.

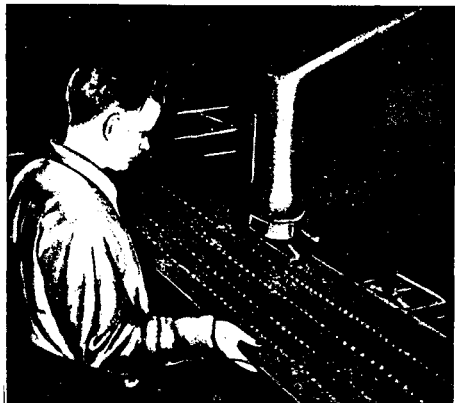
Лонжероны крыла, состоящие из сорока пяти деталей, склепываются на автоматических клепальных машинах Чикаго, которые вставляют заклепки в отверстия и обжимают их.

На заводе очень много внимания уделяют созданию оборудования, экономящего труд и время. Так, на фиг. 43 показан кондуктор для сверления более 200 отверстий в прессованных дуралюминовых соединительных профилях крыльев. Профили зажимаются на одной стороне кондукторной плиты, затем кондуктор поворачивается на 180° и отверстия сверлятся с противоположной стороны. Профили правого и левого крыла зажимаются с соответствующей стороны плиты и сверлятся с

противоположных сторон. Отверстия сверлят сверлильными машинками „Дельта“ (с электричес-



Фиг. 41. Кондуктор для сверления и развертывания четырех деталей узла шасси. Перед кондуктором видны детали, собранные в том положении, в каком они обрабатываются



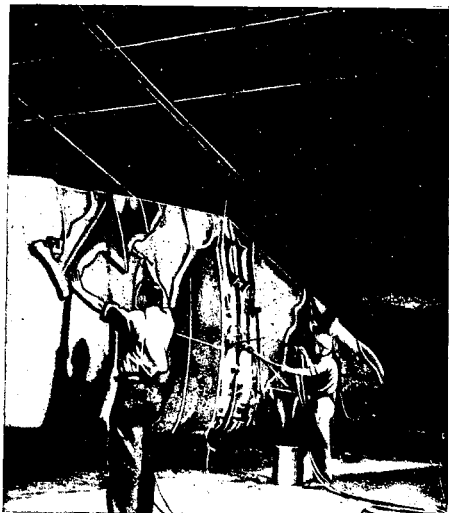
Фиг. 42. Групповая клепка панели обшивки



Фиг. 43. Кондуктор для сверления отверстий в соединительных профилях крыла

ким приводом), монтированными на каретках, которые передвигаются на роликах по всей длине кондуктора.

Процесс покрытия деталей (мелких и среднего размера) цинко-хромистой грунтовкой ускорен с помощью конвейера. Рабочие у конвейера погружают детали в бак с материалом покрытия и размещают их на конвейере. Бак помещается перед конвейером по всей длине установки. Детали берут



Фиг. 44. Камера для пульверизационной окраски самолета. На фотоснимке показан способ нанесения пульверизатором камуфляжной окраски

из стальных ящиков, которые подносятся на расположенные возле бака столы. Конвейер после загрузки проходит в туннель, снабженный вентиляционным устройством. Циркулирующий в этом туннеле воздух высушивает детали к моменту, когда они достигают места выгрузки. Весь процесс занимает 9 минут. Обработанные детали проверяются контролером и поступают на сборку.

На линии сборки или около нее помещены камеры для окраски методом пульверизации. В огромных камерах окрашиваются целые крылья, подвешенные на тележках, передвигающихся по расположенному наверху монорельсу.

Новая технология разработана для камуфляжной окраски самолетов.

На фиг. 44 видно, как поверхности, окрашиваемые различными красками, выделяются с помощью укрепленных на крыле резиновых матов неправильной формы.

Расширение масштаба производства позволило применять более совершенный инструмент и приспособления, которые окупаются в этих условиях. Применение же улучшенных приспособлений обеспечивает взаимозаменяемость деталей, что, в свою очередь, позволяет использовать на сборке некавалифицированную или малоквалифицированную рабочую силу.

## ПРОИЗВОДСТВО САМОЛЕТОВ „ЭВЕНДЖЕР“ НА ЗАВОДАХ ВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ ФИРМЫ ДЖЕНЕРЕЛ МОТОРС<sup>1</sup>

Х. ЧЗЗ

Фирма Дженерел Моторс строит по заказу правительства США торпедоносец Грумман „Эвнджер“. Инженеры и рабочие фирмы хорошо знали производство автомобилей, но не имели никакого опыта в постройке самолетов.

Поэтому по получении заказа пришлось широко использовать помощь фирмы Грумман, которая проектировала „Эвнджер“ и строила его. Но все же инженеры фирмы Дженерел Моторс пытались использовать прежние методы организации производства, применив их к решению новых задач. Однако оказалось, что далеко не одно и то же выпускать несколько тысяч автомобилей в день (этим занимались заводы фирмы перед войной) и изготовлять за год относительно небольшое число сложных самолетов.

На одном из заводов фирмы есть длинный, высокий пролет, оборудованный краном. Этот завод и был использован для сборки самолетов „Эвнджер“.

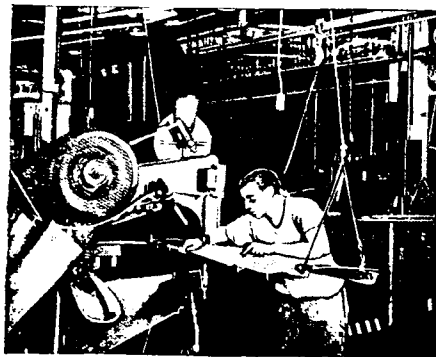
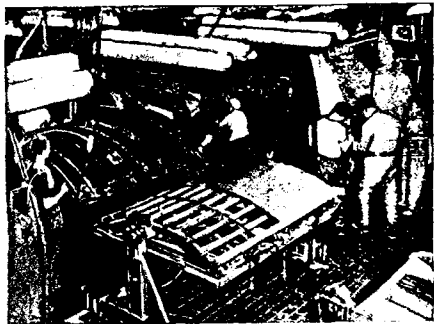
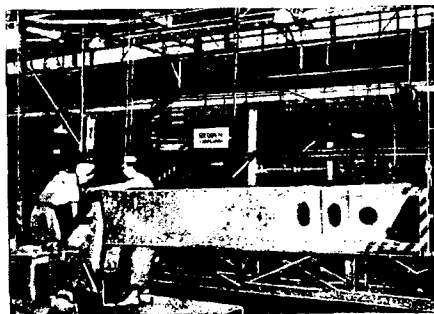
<sup>1</sup> „Avengers“ by Eastern—Aviation, July 1943.

Фиг. 45 (слева внизу). Многие узлы склепают на автоматических клепающих машинах, подобных изображенной на этой фигуре. Подвешивание склепываемого узла к роликам, перемещающимся по направляющим, позволяет легко перемещать узел в продольном и в поперечном направлениях

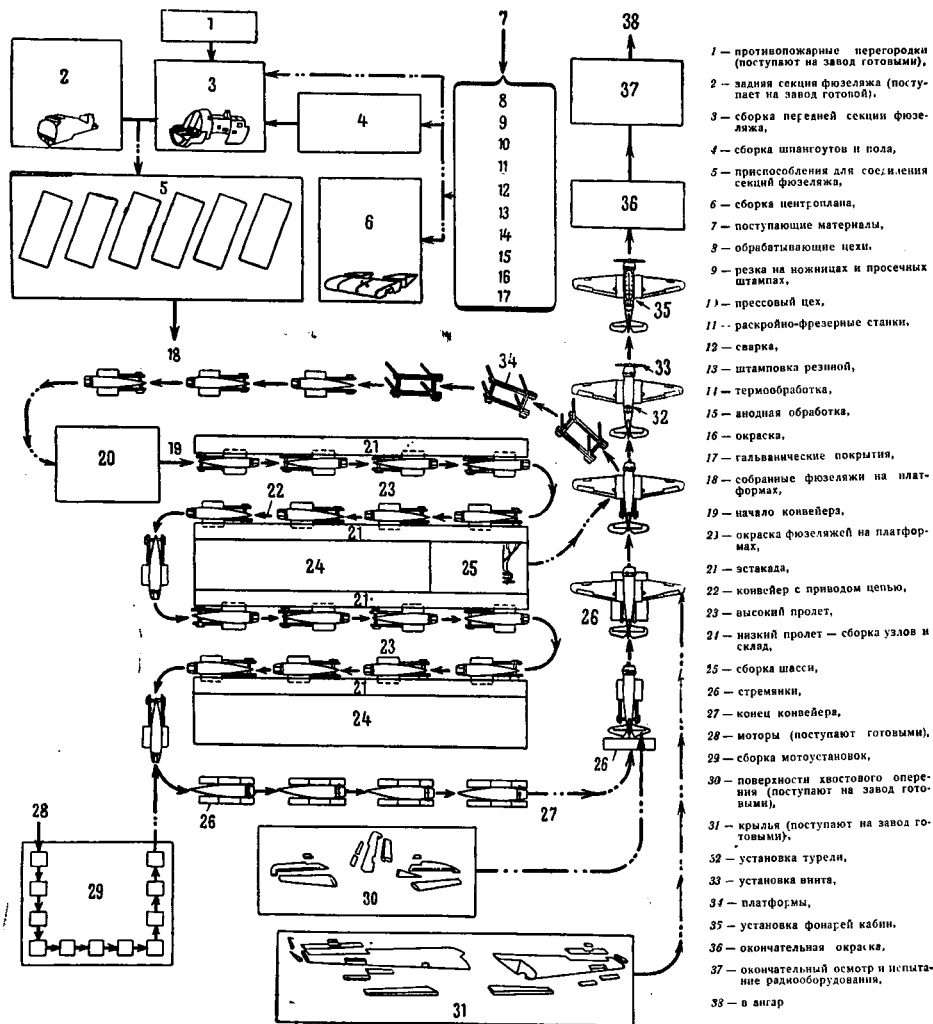
Фиг. 46 (справа вверху). Клепка лонжерона центроплана сильно упрощается при подвешивании изделия в вертикальной плоскости на пружинных подъемниках, помещенных на тележках, и установкой клепающего пресса на пол. Это позволяет рабочим видеть и пуансон и поддержку пресса

Фиг. 47 (справа в середине). Одно из приспособлений для удержания в требуемом положении во время сверления таких узлов, как нервюры и лонжероны

Фиг. 48 (справа внизу). Центропланы собирают в нескольких приспособлениях, подобных показанному на этом рисунке







Фиг. 49. Схема производства самолета „Эванджер“

Работы по постройке самолета были распределены между всеми заводами фирмы. Один завод занимается изготовлением крыльев, другой изготовляет хвостовую часть фюзеляжа и органы управления, третий поставяет трубопроводы и части электрических агрегатов. Моторы, турели, амортизационные стойки и многие другие части фирма

получает от других поставщиков. Таким образом, на основном сборочном заводе изготовлялись только передняя часть фюзеляжа, центроплан и много мелких узлов.

Здание сборочного завода состоит из перемежающихся высоких и низких пролетов, ни в одном из которых не может поместиться собранный са-

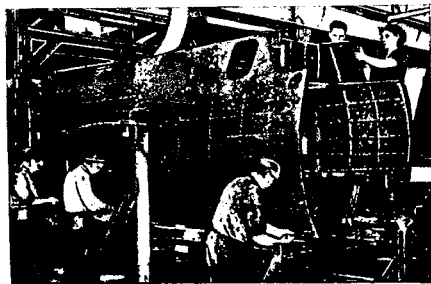
молет. Так как некоторые пролеты недостаточно высоки даже для того, чтобы в них можно было поместить фюзеляж, то главная линия сборки расположена в высоких пролетах, а низкие пролеты используются для хранения, изготовления и ремонта инструмента и приспособлений, а также для сборки небольших агрегатов и узлов.

В конце линии сборки фюзеляжа он поступает в пролет, оборудованный краном, и к нему крепятся крылья. Вследствие необходимости выполнять большое число операций в фюзеляже и в крыле, высокие пролеты оборудованы неподвижными эстакадами, вдоль кромки которых перемещается на тележке фюзеляж. Это позволяет рабочим входить в кабины самолета и выполнять многие работы, для которых при других условиях потребовалось бы применение высоких и громоздких мостков. Другие рабочие работают, стоя на платформе, расположенной немного выше уровня пола. Многочисленные мелкие детали, необходимые при сборке, и все инструменты для выполнения сборочных операций хранятся в ящиках, стеллажах и шкафчиках, установленных на эстакадах.

Около половины площади завода отведено под сборочные цехи. Такие цехи, как штамповочный, сварочный, цех анодной обработки, термический и малярный, занимают около одной четверти площади завода. Из этих цехов и из механического цеха, расположенного на втором этаже, готовые детали поступают в цех сборки агрегатов и узлов. Все крупные узлы, из которых состоит фюзеляж, собирают в приспособлениях. При планировке сборочных работ стремились крупные узлы разбить на возможно более мелкие с тем, чтобы вместо сосредоточения работы в больших приспособлениях, у которых занято много рабочих, распределить работу так, что ее выполняют на многих отдельных стендах.

На каждом из таких стендов обычно имеется приспособление, в котором один или несколько рабочих, не мешая друг другу, выполняют относительно короткие, повторяющиеся операции. Большое преимущество этого метода заключается в том, что рабочие могут быстро изучить свои операции, так как они просты и часто повторяются. Кроме того, в результате применения сборочных приспособлений и многочисленных кондукторов обеспечивается полная взаимозаменяемость частей.

Насколько возможно, линии сборки располагаются в правильной послед-

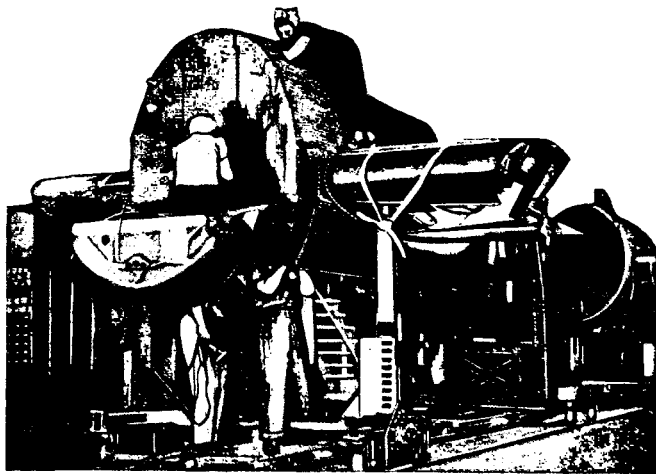


Фиг. 50. Приспособление для сборки средней секции фюзеляжа

овательности таким образом, что они направлены к местам сборки все более и более крупных агрегатов. Большая часть мелких узлов перемещается вручную, так как они легки и расстояния между стендами невелики. Между многими стендами установлены стеллажи для небольших деталей, так что непредвиденная задержка на одном стенде не приводит к остановке работы на следующих стендах. Большая часть крупных узлов перемещается к следующим приспособлениям на тележках. Главные агрегаты собирают в ряде больших приспособлений.

В основном сборочном приспособлении вначале устанавливают переднюю часть фюзеляжа, центроплан и заднюю секцию фюзеляжа, поступающую с другого завода.

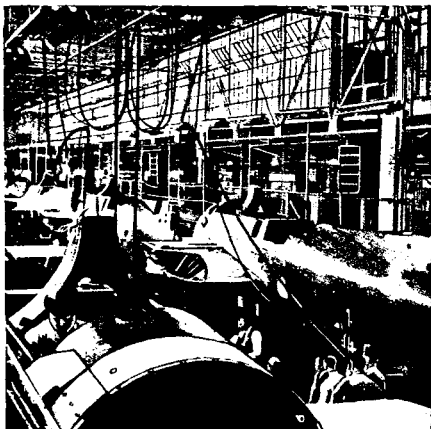
По окончании сборки агрегаты поднимаются механическими подъемниками и устанавливаются на платформах, которые перемещаются параллельно линии приспособлений. На платформе агрегаты



Фиг. 51. Платформы, на которых фюзеляжи перемещаются вдоль эстакад



Фиг. 52. Одно из сборочных приспособлений, в котором соединяют секции фюзеляжа. Это последний стенд перед установкой агрегата на платформу для перемещения по конвейеру



Фиг. 53. Пролет с эстакадами, вдоль которых движется фюзеляжи на платформах

проверяются представителем заказчика и все недостатки устраняются прежде, чем агрегаты очищены от стружек и окрашены.

Узкие и длинные платформы высотой около 300 мм установлены на четырех колесах и перемещаются в направлении оси установленного на них фюзеляжа. Прикрепленная к платформе рама имеет четыре вертикальные стойки, которые поддерживают фюзеляж в четырех точках. Каждая платформа снабжена многочисленными отводами сжатого воздуха и электроэнергии для присоединения переносных инструментов и ламп. Эти отводы идут от линий, подведенных к платформам. Между платформами имеются гибкие соединения

для проводки сжатого воздуха и электроэнергии, так что проводка на всем ряде платформ соединена последовательно. Провода для этих линий подвешены наверху в середине каждого пролета, и мастер может видеть, соединены линии или разъединены. Так как конвейер движется очень медленно, то нет необходимости часто переключать соединения. К линии всегда бывают присоединены по меньшей мере два питающих провода (за исключением того момента, когда производится переключение). Так как одновременно переключается только один питающий провод, то платформы никогда не остаются без тока.

Фюзеляж перемещается вдоль эстакад, которые расположены выше верхней поверхности централа. Это позволяет рабочим легко входить с эстакады в кабину самолета. Каждая эстакада снабжена веревочными перилами.

Большая часть работы по сборке самолета, особенно в бомбовом отсеке, выполняется рабочими, стоящими на конвейерных платформах или на небольших подвижных платформах с одной или двумя ступеньками, установленных на главной платформе. Для выполнения некоторых наружных работ на фюзеляже применяются легкие лесенки с четырьмя ступеньками, которые крепятся к платформам и имеют колеса для перемещения по полу. На некоторых участках, в частности у конца линии сборки фюзеляжа, к платформам прикрепляются снабженные колесами стремянки для доступа к тем частям фюзеляжа, куда нельзя подойти с эстакад.

Линия окончательной сборки имеет общую длину около 1,5 км, но так как она делает несколько извилин, то занимаемая ею площадь сравнительно невелика. На линии имеется более 100 стендов со средним расстоянием между ними около 12 м. На каждом стенде должен быть выполнен определенный ряд операций.

В случае крайней необходимости рабочий может перемещаться и вне своего стенда, не сталкиваясь с другими рабочими. Так как операции тщательно рассчитаны по времени, то такая необходимость встречается редко.

Значительная часть работы по окончательной сборке заключается в установке трубопроводов и электропроводки, органов управления, приборов, пулеметов, гидравлических агрегатов, сидений летчиков и элементов шасси. Максимально возможная часть работы выполняется вне фюзеляжа, в специальных приспособлениях, где имеются под рукой все необходимые инструменты и детали.

Так, например, в низких пролетах, расположенных между высокими пролетами, отдельные группы рабочих заняты сборкой электропроводки, трубопроводов и других узлов. Собранные таким образом узлы или помещают на склады, расположенные вдоль линии, или кладут на стеллажи, установленные на полу или на эстакаде вдоль линии, в наиболее удобных местах, откуда рабочие могут брать их для сборки. Кладовщики держат стеллажи всегда наполненными, так что рабочим редко приходится оставлять свою станцию для доставки недостающих деталей или узлов.

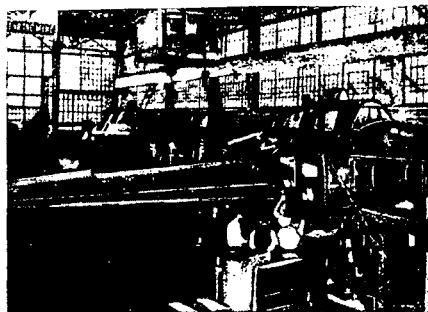
Для предохранения от ушибов, особенно при работе в бомбовом отсеке, рабочие носят фибровые шлемы.

Моторы и моторные рамы получаются от поставщиков. Моторная группа собирается на специальных платформах в предназначенном для этого цехе. Моторы вынимают из упаковочных ящиков подъемником, устанавливают их на рамы, прикрепляют рамы к платформам и перемещают платформы по направляющим вдоль стеллажей, в которых хранятся различные детали и вспомогательные части. За время, пока этот агрегат дойдет до конца линии, он уже готов для установки на фюзеляж и передается подъемником на линию сборки фюзеляжа как раз в тот момент, когда фюзеляж отходит от эстакад и переходит в последний высокий пролет.

За время перемещения по этому пролету значительная часть работы выполняется сверху самолета, поэтому с платформой соединяются снабженные колесами стремянки, перемещающиеся вместе с платформой. Во время передвижения фюзеляжа в высоком пролете устанавливаются и проверяются шасси, мотор и другие узлы.

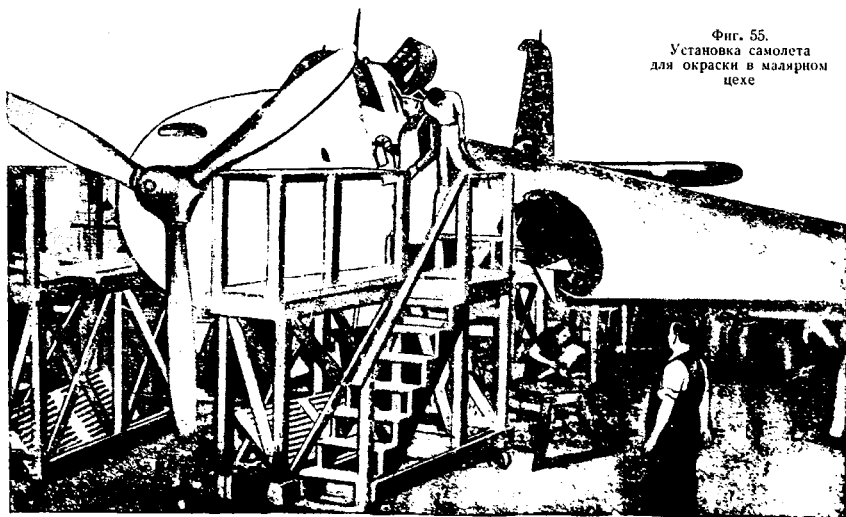
После того, как фюзеляж достигнет конца этой линии, платформа отключается от конвейерной цепи и проталкивается вручную до тех пор, пока сборка самолета не будет закончена. Крылья и хвостовое оперение подвозятся на прицепных тележках, перегружаются на платформы и при помощи подъемного крана устанавливаются на фюзеляж. Хвостовое оперение крепят к фюзеляжу до установки крыльев. Оперение подается со стремянки, соединенной с платформой и перемещающейся вместе с ней.

В центре тяжести крыла имеется нарезная втулка. В эту втулку ввертывается ушковый болт, при помощи которого поднимают крыло краном. В подвешенном положении крыло можно очень легко и удобно отклонять и соединять с центропланом.



Фиг. 54. Пролет с подъемным краном, где производится установка хвостового оперения, крыльев, турелей и других частей

По выполнении этой операции соединяется и испытывается гидравлическая система самолета. Затем на самолет устанавливают при помощи подъемного крана турель, готовят ее к испытанию, устанавливают на место и закрепляют фонари турели и кабины. На следующем стенде устанавливают на шасси колеса, после чего платформу убирают и передвигают самолет на его собственных колесах. Для поддержания самолета в положении, требуемом для испытания, под хвостовую часть подводят небольшую платформу на высоких колесах, основную платформу возвращают к началу конвейера сборки фюзеляжа и проводят испытания различных гидравлических и электрических агрегатов.



Фиг. 55.  
Установка самолета  
для окраски в малярном  
цехе

На последнем затемненном стенде на линии сборки перед входом в малярный цех устанавливают на хвостовом оперении и на других поверхностях мишени для проверки турели. Эти испытания дают возможность убедиться в том, что ограничитель турелей отрегулированы надлежащим образом и при стрельбе ни одна часть самолета не будет повреждена. Для такой проверки к пулемету присоединяют небольшое приспособление, отбрасывающее на мишень луч света по траектории стрельбы оружия. Особое внимание обращено на оборудование цеха окончательной окраски для того, чтобы обеспечить наилучшие возможные условия работы. Цех является короткой частью сборочного пролета, но он отделен от основного пролета стеной и снабжен широкими воротами с пневматическим управлением. В цехе одновременно могут поместиться два самолета.

Поступающий в цех воздух проходит через фильтры в потолке и выходит через наполненные водой желобы в полу. Эти желобы закрыты решетками. Благодаря наличию нижнего отсоса излишек распыленной краски быстро удаляется, и, хотя маляры обязаны носить респираторы, условия работы в камере очень хорошие.

Когда самолет установлен в положение для окрашивания, то по обеим его сторонам устанавливают стремлянки на колесах и закрывают некоторые неокрашиваемые поверхности. Затем окрашивают верхние поверхности самолета, после чего стремлянки убирают и окрашивают нижние поверхности. После сушки и осмотра самолет передвигают из камеры на стенд окончательной проверки, где испытывают радио- и электрооборудование, после чего самолет готов для передачи в летно-испытательную станцию.

### ПРОИЗВОДСТВО САМОЛЕТОВ ТИПА „ЛЕТАЮЩАЯ КРЕПОСТЬ“ НА ЗАВОДАХ ФИРМЫ БОЙНГ<sup>1</sup>

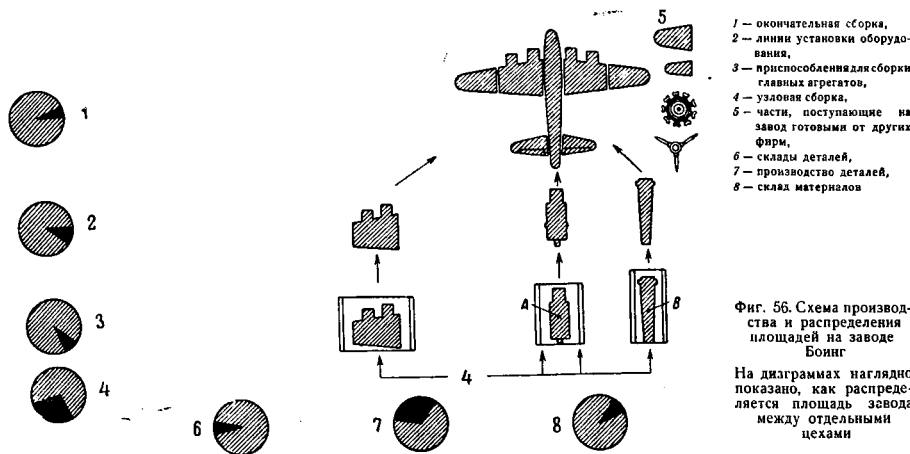
Завод фирмы Бойнг в Ситтле рассчитан на массовое производство больших четырехмоторных самолетов.

При планировании сборки на заводе Бойнг добивались такого положения, чтобы окончательная сборка „Летающих крепостей“ начиналась лишь после того, как изготовление главных агрегатов максимально закончено. До сборки самолета в агрегатах должно быть установлено все оборудование. Главные агрегаты должны состояться из отдельных секций, а сборке секций должна предшествовать предварительная сборка узлов. Предварительная установка оборудования макси-

мально ускоряет окончательную сборку. При такой системе сборка всех главных агрегатов самолета полностью заканчивается до того, как они поступают на линию окончательной сборки. Схема производства и распределение площадей завода показаны на фиг. 56.

Все детали самолета изготавливаются в обширных механических и штамповочных цехах, расположенных в одной части здания. Материалы и небольшие готовые детали хранятся в складах, расположенных вдоль одной стены здания. У противоположной стены расположены пункты приемки отъемных частей крыла, деталей управления, ко-

<sup>1</sup> „Fortresses“ by Boeing—Aviation, July 1913.



торов, винтов, колес и т. д., поставляемых другими фирмами в порядке субконтракций. Фанерный пол, трап и патронные ящики изготавливаются в дежевообделочном цехе завода.

Мощный инструментальный и штамповочный цех расположен в отдельном здании. Работа в инструментальном цехе построена таким образом, чтобы цех мог обеспечивать непрерывные изменения конструкции и технологии в процессе производства любого военного самолета. Новый штамп может быть пущен в эксплуатацию через две недели по получении заказа на его изготовление. В основу работы инструментального цеха положено сотрудничество инженеров инструментальщиков с конструкторами самолета. При такой системе конструирование инструментов может быть закончено почти одновременно с изготовлением рабочих чертежей самолета. Проведение всех изменений планируется с учетом имеющейся оснастки.

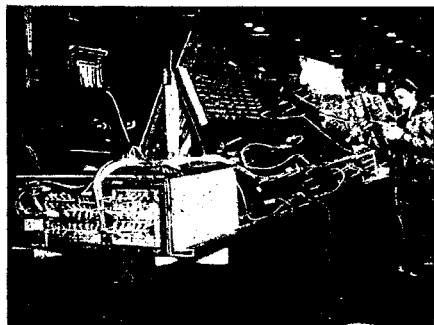
Изменения конструкции самолета осуществляются с какой-либо определенной серии в зависимости от характера изменения производственного процесса. При применении этой системы самолеты одной серии получаются однородными.

Все небольшие штампуемые детали изготавливаются на кривошипных и эксцентриковых прессах мощностью 5—7 т, а большие листовые и тяжелые детали штамнуют на прессах мощностью до 5000 т. Падающие молоты почти полностью заменены прессами для вытяжки, что позволило в некоторых случаях увеличить производительность от двух деталей в час до четырех деталей в минуту. Многие детали реконструированы в соответствии с этим производственным методом. Так, например, дверь кабины хвостового стрелка, состоявшая из ряда деталей и требовавшая раньше для сборки применения приспособления, клепки и сварки, в настоящее время изготавливается в основном штамповкой с глубокой вытяжкой. Это позволило исключить 26 деталей и значительно сократить время сборки двери.

Большие успехи при штамповке достигнуты путем замедления старения дуралюмина после термообработки. Термообработка детали после штамповки деформирует ее. Путем немедленного охлаждения деталей после закалки в холодильнике процесс старения замедляется. Когда это требуется, детали берут из холодильника и штампуют или прятят.

На заводе применяется почти четверть миллиона приспособлений, станков и инструментов. Многие предметы оборудования спроектированы и построены самим заводом. В числе таких предметов оборудования имеются автоматическая машина для точечной сварки и гидравлический многопуансонный пресс для одновременной прорезки прорезей под стрингеры в заготовках шпангоутов. Этот пресс увеличил выпуск деталей шпангоутов в 45 раз.

Цех узловой сборки расположен на втором этаже. Собираемые здесь узлы часто настолько же закончены, как и после окончательной сборки самолета. В качестве примера можно привести сборку жгутов электропроводки, для которой применяются панели с четкой маркировкой схемы проводки, показанные на фиг. 57. Этот процесс обладает тремя преимуществами: 1) возможность



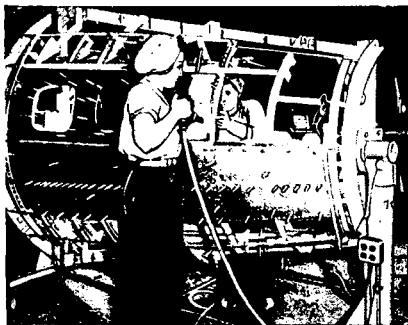
Фиг. 57. Шаблоны с отмеченной на них схемой проводки позволяют упростить прокладку проводов. Провода в собранном виде устанавливаются в законченные секции фюзеляжа

применения неквалифицированной рабочей силы, 2) минимальным числом операций при установке на самолет, так как все провода в нужный момент сразу укладываются на место, и 3) полным предварительным испытанием каждого провода до снятия жгута с шаблона. При наличии в конструкции самолета около 10 км проводов число дефектов электропроводки благодаря такой системе сборки крайне мало. Эта система применяется также и другими фирмами, изготавливающими самолеты В-17.

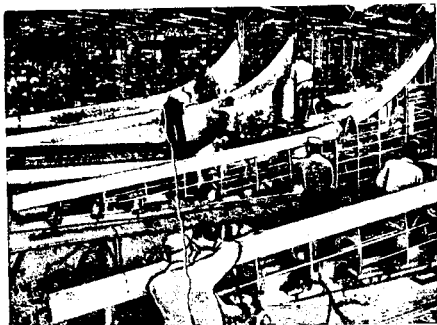
Все небольшие узлы самолета собирают в отделениях узловой сборки. Консоли крыла, все органы управления, мотогондолы, створки крыльевых люков и нервюры изготавливаются для данного завода другими фирмами в порядке субконтракции. Небольшие узлы и секции каркаса фюзеляжа собираются предварительно и подготавливаются для сборки в главных приспособлениях или непосредственно на линиях путем установки в них оборудования. Типичные приспособления с собираемыми в них секциями показаны на фиг. 58, 59, 60 и 61. Между цехами изготовления деталей и узловой сборки, с одной стороны, и между главным цехом сборки, с другой, расположен склад, в котором, помимо деталей, хранится значительное число законченных узлов, подготовленных для сборки в крупные агрегаты. Детали крыла уложены штабелями рядом с приспособлениями в главном цехе сборки.

Главный сборочный цех состоит из пяти основных отделений: для сборки средних частей крыла, задней части фюзеляжа, передней части фюзеляжа и экскачательной сборки самолета (см. схему производства на фиг. 56).

Обе части фюзеляжа собираются в двухъярусных приспособлениях, установленных настолько близко, насколько это возможно. На фиг. 62 и 63 видно, что хотя расстояние между приспособлениями невелико, тем не менее доступ к любому пункту собираемого фюзеляжа обеспечен (см. фиг. 67). Движения рабочих сведены к минимуму.



Фиг. 58. Сборка секции носовой части фюзеляжа

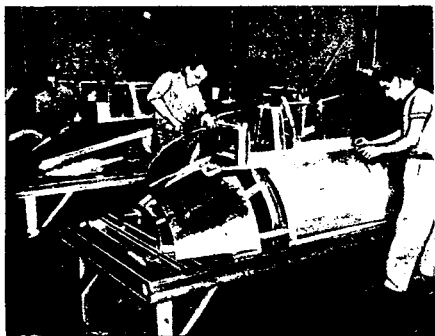


Фиг. 61. Сборка клеей, соединяемых позднее с задними частями фюзеляжей в цехе главной сборки



Фиг. 59. Сборка надстройки фюзеляжа

но необходимым, так как приспособления и материалы расположены в пределах досягаемости рабочего. Когда передняя и задняя части фюзеляжа в отдельности собраны, их поднимают мосто-



вым краном и ставят на тележки. Затем в фюзеляжи устанавливают все оборудование, за исключением сидений, башен и пулеметов. Провода, тросы управления и все детали, для установки которых требуется легкий доступ, помещают на их места еще до соединения обеих частей фюзеляжа. После этого передняя часть фюзеляжа передвигается вперед и ставится на неподвижные опоры. К ней на подвижной тележке подается задняя часть фюзеляжа. Домкраты, имеющиеся на тележках, обеспечивают возможность точной установки по высоте при соединении обеих частей (фиг. 64). Соединение передней и задней частей фюзеляжа осуществляется сверху и снизу под обшивкой. Листы обшивки в этих местах проклеиваются лишь после сборки обеих частей. Шпангоут и фланец скрепляются болтами, затягиваемыми ключами, тарированными на определенный крутящий момент. Все соединения проводов и трубопроводов выполнены с помощью специальных соединительных коробок и арматуры так, что при сборке фюзеляжа не встречается осложнений с этой стороны.

На этой стадии сборки в бомбовый отсек устанавливают бомбодержатели, а тросы управления, провода и трубопроводы подготавливают для быстрого присоединения к соответствующим частям крыла. Это облегчает окончательную сборку. В переднюю часть фюзеляжа устанавливаются приборы бомбардира и штурмана, ставится сиденье бомбардира и крепится прозрачный носовой фонарь. В кабину вставляются стекла.

Приспособления для сборки центральных отсеков крыла соединены в блоки по 8 штук и занимают большую площадь почти в середине цеха (фиг. 65). Эти приспособления проверяют после сборки каждого отсека крыла.

Три рабочих площадки на этих приспособлениях обеспечивают доступ ко всем зонам агрегата. Крыло настолько толсто, что внутри его можно свободно работать. Законченный передний лонже-

Фиг. 60. Верхняя секция хвостовой башни. Сборка обеих секций и установка оборудования заканчиваются до крепления башни к самолету



Фиг. 62. Приспособления для сборки задней секции фюзеляжа; на следующем стенде в эти секции устанавливается оборудование



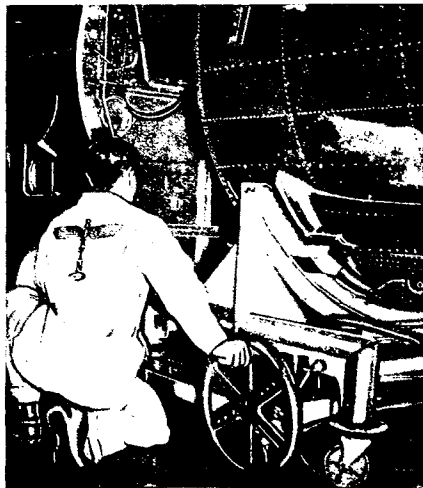
Фиг. 63. Приспособления для сборки передней секции фюзеляжа. Две платформы обеспечивают легкий доступ и уменьшают лишние движения. Оборудование устанавливается на стендах, расположенных впереди; сборка передних и задних секций фюзеляжа производится в конце этого участка

рон ставится внизу, а задний лонжерон — вверх. Затем в приспособление устанавливают нервюры, после чего ставят кронштейны управления закрылками и гофр. При креплении обшивки подаются через откидные створки в нижней рабочей платформе мотогондолы для крепления их к крылу. Затем устанавливаются кронштейны шасси и крепится снизу обшивка до закрылков. После этого приспособление открывают, вынимают из него отсек крыла и устанавливают отсек горизонтально для развертывания отверстий крепления центрального крыла к фюзеляжу, чего нельзя сделать в приспособлении. Выемка центрального отсека крыла из приспособления показана на фиг. 66.

После развертывания стыковых отверстий отсек передвигается краном вперед по следующему стенду, где устанавливается на него оборудование. На этом стенде устанавливаются стойки шасси, моторные установки, турбокомпрессоры, подогреватели, тросы управления, закрылки, баки, фонари, радиаторы, передние секции, арматура, трубопроводы и детали крепления.

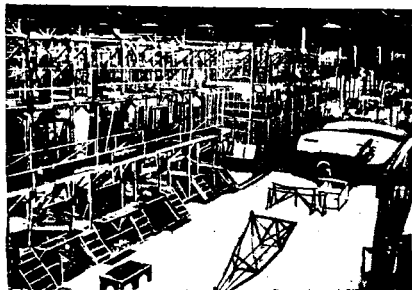
По выполнении вышеуказанных операций можно присоединять центральный отсек крыла к фюзеляжу и к консоли крыла (которая крепится позднее) (фиг. 67).

Почти готовый фюзеляж передвигается вперед, помещается на гидравлические домкраты (фиг. 68) и к нему крепится болтами центральный отсек крыла. После этого устанавливают руль направления, стабилизатор, рули высоты, консоли крыла, колеса, башни и винты. Остается выполнить лишь несколько заключительных операций, установить сиденья летчиков, створки бомбового отсека и задней башни, испытать шасси и закрылки, а также проверить приборы на электрическом

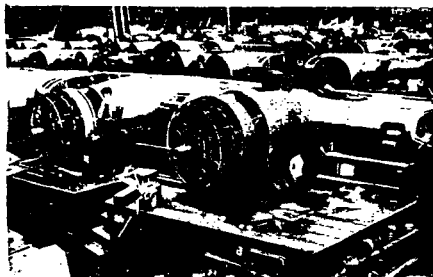


Фиг. 64. Во время сборки хвостовая секция фюзеляжа поддерживается домкратами, обеспечивающими точную установку по высоте

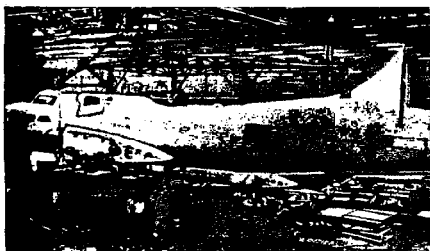




Фиг. 65. Компактные вертикальные приспособления с тремя рабочими платформами для сборки центральных секций крыльев

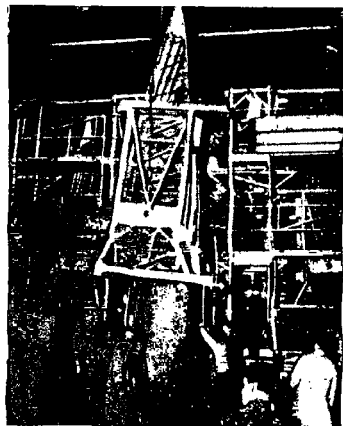


Фиг. 67. Стенды окончательной сборки центропланов. После крепления их к фюзеляжу ставятся лишь винты и колеса



Фиг. 68. Установка фюзеляжа для сборки на домкраты, которые опускают его при креплении крыльев или поднимают при установке колес

испытательном стенде. После этого самолет опускается на колеса и подается вперед для окончательного осмотра (фиг. 69).



Фиг. 66. Выемка центрального отсека крыла из приспособления



Фиг. 69. Окончательная стадия сборки самолета. На этой стадии устанавливаются кислородные баллоны, сиденья, колеса, башни, створки бомбового отсека и винты. Все эти операции производятся на двух стендах

Наиболее характерной особенностью этого метода сборки является его гибкость. Монтажные работы в агрегатах и узлах могут выполняться на любой свободной площадке. Некоторые стадии сборки осуществляются при совершенно различных положениях агрегатов в зависимости от размеров имеющейся площадки. В тех случаях, когда необходимо ускорить некоторые процессы, сборку можно вести и в стороне от потока.

Эффективность описанного метода производства подтверждается тем, что фирма Бонинг выпускает теперь в восемь раз больше „Летающих крепостей“, чем за месяц до начала войны, причем это достигнуто без расширения производственных площадей и без увеличения оборудования.

ПРОИЗВОДСТВО САМОЛЕТОВ ТИПА „ЛЕТАЮЩАЯ КРЕПОСТЬ“  
НА ЗАВОДАХ ФИРМЫ ДУГЛАС<sup>1</sup>

Д. ГУЛЛОШ

В настоящей статье описаны методы производства и оборудование, использованные фирмой Дуглас при массовом изготовлении бомбардировщика В-17F, известного под названием „Летающая крепость“.

В основу планирования производства на этом заводе положена экономия, под которой понимается способность быстро изготовлять самолеты в требуемом количестве и с минимальной затратой человеческих усилий.

Создание завода в сотрудничестве с правительством позволило установить, какой фактор имеет решающее значение: капиталовложения или экономия времени. При существовавших условиях предпочтение было отдано последнему, в соответствии с чем и был построен завод. Несомненно, что оборудование этого завода требовало крупных капиталовложений. Однако достигнутая экономия времени и сил показывает, что выбор был сделан правильно.

Этот завод является преимущественно сборочным, и каждое рабочее место на нем организовано так, чтобы работа была наименее утомительной. Приспособления, опоры, платформы, стелды и стеллажи сконструированы и расположены таким образом, чтобы свести к минимуму физическое и нервное напряжение работающих, увеличить тем самым производительность труда и стимулировать интерес к работе.

Весьма интересно проследить на примере этого завода, как вносимые в процессе работы улучшения и усовершенствования указывают на возможность улучшения первоначально принятой схемы производства. Так, например, исходя из требований гибкости, в пределах ограничений, налагаемых поточным производством, материальный склад был вначале централизован и расположен в одном углу главного корпуса. Предполагалось, что в будущем можно будет подавать материалы по конвейерам, если в этом возникнет необходимость, не перемещая самого склада.

Последующая практика показала, что эта система невагодна, и решено было организовать децентрализованные небольшие склады, называемые приемными пунктами, которые расположены в цехах рядом с рабочими местами и находятся в ведении мастера. Так как число хранимых предметов в каждом из них невелико, то это упрощает учет, а следовательно, устраняется возможность ошибок и утери материала. Мастера и учетчики быстро знакомятся с предметами, за которые они отвечают, и следят за тем, чтобы под рукой всегда было надлежащее их количество, а постоянное наблюдение устраняет необходимость в больших запасах материалов. Важнее же всего то, что вследствие ответственности мастеров и за

выполнение производственных планов, и за наличие необходимых для этого материалов повышается их авторитет. Эта система создает самостоятельность, распространяющуюся от отдельных стелдов до цехов и целых корпусов.

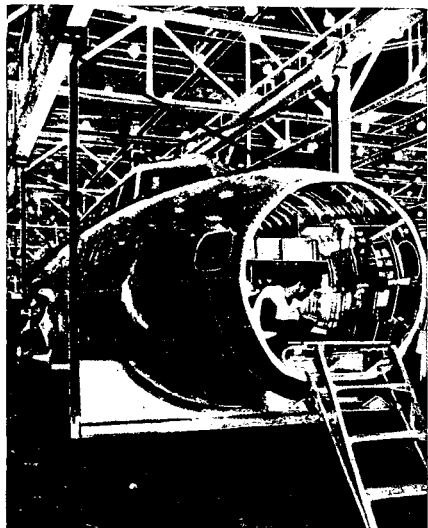
Контроль за ходом производства осуществляет начальник цеха, его помощниками и мастерами. Каждый начальник цеха имеет трех или более помощников. Каждому из них подчиняются 15—20 мастеров, а каждому из мастеров подчиняются 20—30 рабочих (70% рабочих составляют женщины).

Сборка агрегатов самолета ведется следующим образом. Носовая и хвостовая секции фюзеляжа собираются в неподвижных приспособлениях. После выемки собранных секций фюзеляжа из неподвижных приспособлений эти агрегаты передвигаются с помощью мостового крана к началу параллельных линий сборки передних и задних секций фюзеляжа. Здесь они крепятся к роликовым тележкам, передвигающимся по подвесным путям через ряд стелдов к месту окончания сборки. На фиг. 70 показана носовая, а на фиг. 71 — хвостовая секция фюзеляжа на сборочном конвейере.

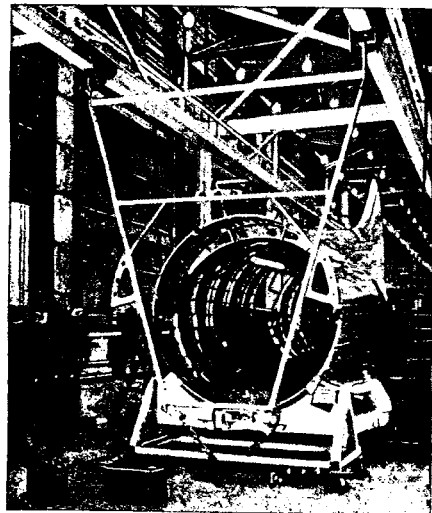
Большая длина линий сборки и большое число стелдов на них предотвращают тесноту и способствуют увеличению производительности и улучшению условий труда. Так как на стелде или вне его работает только 1—3 рабочих, то освещение, например, может быть устроено таким образом, чтобы удовлетворить требованиям каждого рабочего, а не вынуждать рабочих работать в тени или при недостаточном освещении. В частности, эта линия была одной из первых, на которых предусмотрено флуоресцирующее освещение внутри собираемого агрегата или снаружи с временно устанавливаемой арматурой, остающейся на месте до тех пор, пока в ней есть надобность. Эта арматура снабжена также штепсельными розетками для дрелей, электрических клепальных молотков и других инструментов. Параллельное расположение линий сборки передних и задних секций фюзеляжа позволило уменьшить число опорных эстакад, сэкономить площадь пола, обойтись одной линией электро- и воздухопроводов и одним рядом рабочих верстаков. Общий вид этих линий показан на фиг. 72.

На заводе рабочим было запрещено вносить в фюзеляж инструментальные металлические ящики. Для инструмента сделаны удобно расположенные ряды полок с деревянными ящиками, которые рабочие запирают своими или заводскими ключами. Запрещение вносить в собираемые фюзеляжи ящики с инструментом себя оправдало. Углы тяжелых металлических ящиков могут очень легко помять или пробить обшивку фюзеляжа или другие детали, что вызовет необходимость в ремонтных работах.

<sup>1</sup> „Fortresses“ by Douglas—Aviation, July 1943.



Фиг. 70. Передние секции фюзеляжей передвигаются по линиям сборки на тележках, подвешенных на рельсах. Обращают внимание арматура для флуоресцирующего освещения, а также штельсовые розетки для включения дрелей, клепальных молотков и т. д.



Фиг. 71. Хвостовые секции фюзеляжа поднимаются крапом из неподвижных приспособлений и опускаются на стеллажи длинной линии сборки. Затем к фюзеляжу крепятся подвесные кронштейны и он удаляется



Фиг. 72. Параллельные линии сборки передней и задней секций фюзеляжа с расположенными между ними вестакками, электропроводкой и воздухопроводами



Фиг. 73. Громдный поворотный круг в окрасочной камере позволяет производить окраску под прямым углом к воздушным потокам, циркулирующим в камере. Водные завесы справа и слева в соединении с воздушными завесами поддерживают в камере чистую атмосферу, не содержащую паров покрытия

Примерно средние конвейерные линии секции фюзеляжа проходят окрасочную камеру. С двух сторон эта камера оборудована водными завесами, а со стороны входа и выхода — воздушными завесами, что позволяет производить окраску агрегатов непосредственно на линии.

Система изоляции в камере работает настолько хорошо, что белая краска, которой окрашена внутренняя поверхность камеры (включая пол), совершенно не имеет следов пигмента камуфляжной окраски. Воздушные завесы столь эффективны, что рабочие редко пользуются респираторами и даже во время окраски в камере почти совершенно нет паров покрытия. Фюзеляж в окрасочной камере показан на фиг. 73.

От окрасочной камеры линия сборки передних

и задних секций фюзеляжа разветвляется на три сборочных линии: две для носовой секции (вследствие большего времени, требуемого для ее монтажа) и одна для задней секции. При выходе секций из окрасочной камеры они подаются на конвейере в боковом направлении к началу соответствующей линии.

О значении, придаваемом удобству для работ на этих линиях, можно судить по удобно расположенным платформам, прикрепленным к кронштейнам крепления крыла и показанным на фиг. 74. Эти вспомогательные платформы движутся над полом, проходят через стены, где они требуются, и быстро удаляются, когда в них минуется надобность. Каждый рабочий сам проверяет собственную работу, для чего предусмотрено на каждом стенде нужное оборудование. Все необходимые испытания заканчиваются и работа принимается до передвижения секции к следующему стенду.

При установке тросов управления, идущих из кабины летчика к фюзеляжу, крепится приспособление для регулировки тросов по длине и для проверки их натяжения, показанное на фиг. 75. По установлении длины троса при надлежащем его натяжении приспособление удаляется для использования на следующей секции фюзеляжа.

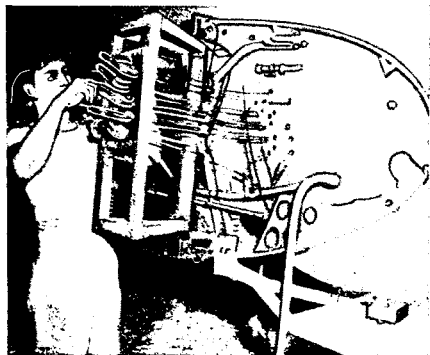
На конечном стенде линии сборки хвостовая секция фюзеляжа спускается на опору, установленную на полу, передвигается вбок через пролет между двумя линиями и устанавливается в надлежащем положении для соединения с передней секцией, причем последняя остается прикрепленной к конвейерной тележке до окончания сборки. После сборки фюзеляж отцепляется от конвейерной тележки и опускается на тележку, крепящуюся за те же узлы, на которых фюзеляж был закреплен на конвейере.

Собранный фюзеляж движется на этих тележках хвостовой частью вперед к первому стенду другой линии, расположенной под прямым углом к эстакадным конвейерам. На этой линии фюзеляжи передвигаются в боковом направлении через семь стендов. На стендах этой линии устанавливаются носовая часть, хвостовое оперение и шаровая башня. Затем фюзеляж подается к одному из последних стендов, куда с соответствующих линий мостовым краном подаются для сборки правая и левая средние части отсеков крыла. По установке этих частей крыла самолет осматривают и проверяют, а затем подают на последний стенд линии сборки.

Сборка средних секций крыла начинается в восьмипозиционном приспособлении, состоящем из ряда неподвижных, расположенных рядом приспособлений (фиг. 76). При сборке этих частей крыла из деталей широко применяется принцип предварительной сборки. Основные узлы крепятся между собой на подвесном кронштейне в первом приспособлении так, что следующие детали автоматически попадают на места. Затем крыло проходит через семь других позиций этого приспособления, имеющего три рабочих площадки. Вместо того, чтобы устанавливать изделие и заставлять различные группы квалифицированных рабочих передвигаться от одного приспособления к другому, здесь рабочие не передвигаются, а изделия движутся мимо них.

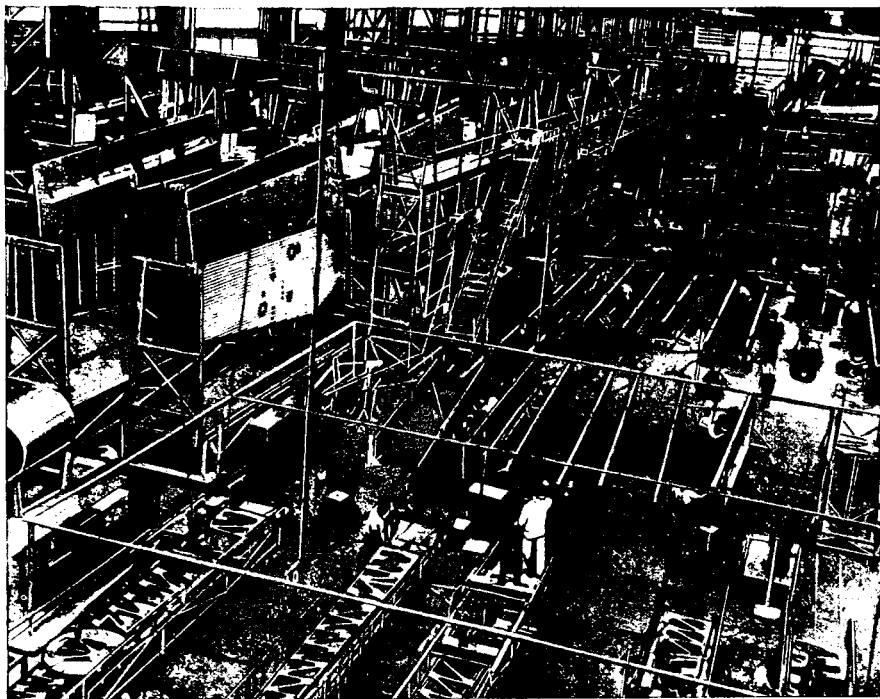


Фиг. 74. Рабочие платформы, временно прикрепленные к кронштейнам крыла, передвигаются над полом и обеспечивают легкий доступ к нужным местам



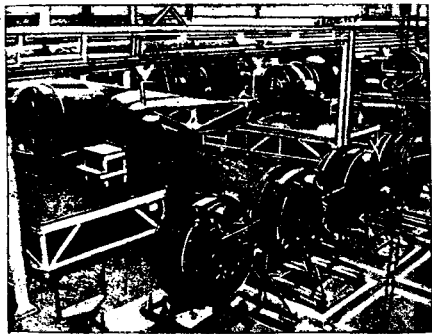
Фиг. 75. Приспособление для натягивания тросов управления, идущих из кабины летчика, при регулировке их по длине

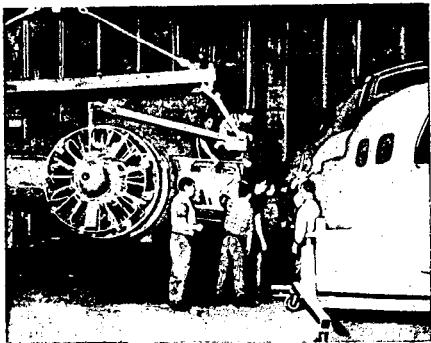
После удаления из приспособления правые и левые средние части крыла поворачиваются из вертикального положения в горизонтальное и крепятся к тележкам подвешенного конвейера. Сборка продолжается примерно до середины этих линий и по выходе названных частей крыла из окрасочной камеры на второй половине линий выполняются монтажные операции. Крылья передвигаются задними кромками вперед. К стенду, расположенному примерно на  $\frac{3}{4}$  длины линии, подаются четыре мотора на тележках,



Фиг. 76. Средние части крыла собираются в восьмипозиционных приспособлениях, имеющих три площадки. После начального скрепления в первой позиции части крыльев передвигаются для выполнения остальных операций

Фиг. 77 (внизу слева). Стенд установки моторов. Фиг. 78 (внизу справа). Установка для испытания электрооборудования, расположенного в средних частях крыла, до крепления последнего к фюзеляжу. Эта установка заменит приборы и агрегаты, расположенные в фюзеляже, и воспроизводит их цепи



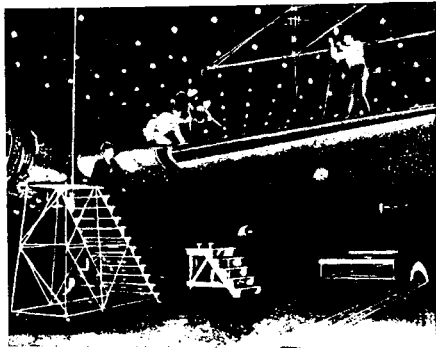


Фиг. 79. Средние части крыла и фюзеляж подаются для сборки по линиям, расположенным под прямым углом друг к другу. Крылья поднимаются краном с подвешенного конвейера и устанавливаются в надлежащем положении для крепления к фюзеляжу

позволяющих поворачивать каждый мотор для установки вспомогательного оборудования. Когда моторы готовы для крепления к мотогондole, каждый мотор устанавливается в надлежащее положение и поднимается подъемником на самолет. Этот стэнд показан на фиг. 77.

По окончании монтажных операций производится проверка электрических цепей с помощью специальной установки (фиг. 78). С помощью этой установки проверяется проводка во всей средней части крыла до окончательной сборки.

Линии сборки фюзеляжа и средних частей крыла (первые, как указывалось выше, передвигаются в боковом направлении) пересекаются под прямым



Фиг. 80. На первом стэнде последней линии сборки крепится консоль крыла. На предыдущем стэнде было выпущено шасси, что позволяет передвигать самолет на его колесах

углом в углу здания. Здесь передние части крыла поднимаются с их конвейеров мостовым краном, устанавливающим их в надлежащем положении для крепления к фюзеляжу (фиг. 79). После крепления фюзеляж поднимается со стэнда и впервые ставится на колеса шасси.

После проверок, осмотров и приемки самолет стэнду линии сборки. Здесь к самолету крепятся консоли крыла и начинается установка брони и вооружения (фиг. 80). После этого ставятся капоты мотора, створки, плиты и т. п. К моменту достижения самолетом последнего стэнда заканчивается осмотр, и готовая „Летающая крепость“ подается с завода на линейку, передвигаясь при этом хвостом назад.

## НОВЫЙ ЗАВОД ФИРМЫ ВЕГА<sup>1</sup>

Х. Е. РАЙКЕР

Новый завод фирмы Вега спроектирован для скоростного массового производства самолетов. Завод расположен вблизи аэродрома Локанд в Бэрбанке (Калифорния). Капиталовложения в него составляют 7 000 000 долларов. На заводе применен поточный метод производства самолетов, а планировка и оборудование завода спроектированы специально для внедрения этого метода. Площадь завода равна 93 000 м<sup>2</sup>.

Подготовка квалифицированной рабочей силы на этом заводе будет, по всей вероятности, разрешена тем, что рабочего будут обучать выполнению какой-либо одной операции и использовать на ней до тех пор, пока его не сможет заменить

другой, подготовленный для этого рабочий. После этого первому рабочему поручается выполнение более ответственной операции. Конечно, этого не следует делать на линии сборки. Здесь рабочий должен выполнять ту работу, с которой он хорошо знаком. Это, как показывает опыт, сокращает время выполнения операций на 60—70%.

Завод Вега распланирован таким образом, чтобы обеспечить по возможности непрерывный поток и свести к минимуму хранение и транспортировку деталей и узлов. Так, например, узлы подаются непосредственно на сборку, вместо того, чтобы храниться на складе. Этот принцип последовательно проведен вплоть до окончательной сборки самолета. Проведение его облегчает контроль, упрощает диспетчеризацию, сокращает кан-

<sup>1</sup> Vega's New Plant—Aviation, Sept. 1941.

целярскую работу на складе и уменьшает площадь складов. Кроме того, при этом можно осуществлять зрительный контроль, возможный лишь при небольшом количестве деталей и узлов. Мастер является фактически контролером и учетчиком материала, и как только намечается нехватка материала, он делает срочную заявку на него. При применении этой системы требуется небольшое количество кладовщиков.

Поток материалов начинается от разгрузочной эстакады, имеющей крытые платформы. Эстакада используется для разгрузки вагонов. Вся площадь под навесом эстакады и под антресолю прилегающего склада обслуживается подъемниками на монорейсах. Этот большой бетонный склад, отделенный от главного производственного корпуса бетонным брандмауэром, имеет длину 140 м, ширину около 50 м в широкой части и 38 м в узкой части и высоту до потолка свыше 9 м. В нем имеется антресолю площадью  $12 \times 100$  м и высотой 4,6 м.

Весь этот склад, за исключением антресоли, обслуживается мостовыми кранами, позволяющими подавать грузы с эстакады в любую часть склада или производственного корпуса.

Производственный корпус, размещенный под одной крышей, занимает площадь 48 500 м<sup>2</sup>. Размеры корпуса  $183 \times 289$  м. Корпус снабжен антресолю общей площадью 18 300 м<sup>2</sup>.

На антресоли собираются узлы и агрегаты, которые подаются затем мостовыми кранами прямо к стандам главной линии сборки.

Под антресолю в нижнем этаже расположены технологический отдел, малярный и другие цехи. Детали подаются на антресоли мостовыми кранами и подъемниками, а рабочие ходят по лестницам. Листовой материал движется непрерывным потоком через раскройный цех. Заготовки подаются из склада в производственный корпус, где из них на гидравлических прессах, штамповочных молотах, эксцентриковых прессах и других машинах изготавливают детали будущего самолета. Прутки, трубы, штампованные алюминиевые детали, отливки и поковки выходят из склада через другие двери, пропущающиеся через цехи механической обработки, термообработки, окраски и окраски, а затем подаются в различные цехи узловой сборки.

На антресолях ведется сборка центропланов и крыльев в стапелях, узловая сборка фюзеляжей, сборка мотогондол, сборка и окраска хвостового оперения, подготовка моторов к установке, сборка электро- и радиооборудования, управления и приборов. Все эти агрегаты своевременно опускаются на главную линию сборки, когда самолет готов для их установки<sup>1</sup>.

Первыми в потоке сборки стоят стапели для сборки фюзеляжа. Из них собранные фюзеляжи

поступают в другие стапели, где к фюзеляжам крепятся центропланы и начинается монтаж трубопроводов. Затем на частично собранный самолет наносится грунтовка и устанавливается шасси. Далее самолет движется на своих колесах, причем на него устанавливают хвостовое оперение и моторы, а также начинают устанавливать управление. В середине линии окончательной сборки крепятся крылья, створки бомбовых люков и двери кабины. В конце линии монтируются электро- и радиооборудование и приборная доска, устанавливаются винты и производится окончательный осмотр до выпуска самолета на аэродром.

При надлежащем снабжении линии сборки и при хорошем ознакомлении рабочих с выполняемыми ими операциями процесс сборки протекает бесперебойно.

Знание рабочими выполняемых операций крайне важно. При выполнении бригадой рабочих или одним рабочим изо дня в день одной и той же операции затраты рабочего времени на производство могут быть легко сокращены на 60% уже после выпуска первых 25 двухмоторных бомбардировщиков.

Фирма проводила ряд интересных опытов для определения влияния различных факторов на производство. Так, например, были сняты с работающей линии опытные рабочие и переведены на новую линию, а на старую линию поставили новых рабочих. Результат получился неожиданный: производительность труда старой линии увеличилась, несмотря на то, что на ней заняты более молодые и неопытные рабочие. Причиной этого является профессиональное самозабвение. Но производительность труда может сразу же упасть, если рабочие узнают, что изготавливаемые ими детали не будут применяться в течение значительного промежутка времени. Подобные задержки очень плохо действуют на моральное состояние рабочих. Поэтому на заводе Вега стараются, чтобы работа шла бесперебойно для сохранения набранных темпов. Практика показала, что темпы могут быть резко сорваны и в случае перебоев в снабжении материалами и деталями. Для восстановления же старых темпов могут потребоваться недели.

Окончательная сборка на заводе Вега построена с четырехчасовым ритмом. Рабочий день начинается в 7 часов утра и работа длится четыре часа, после чего вся линия окончательной сборки передвигается. Затем работа продолжается еще четыре часа и линия снова передвигается. После этого новая смена работает два следующих четырехчасовых ритма. Передвижка с четырехчасовыми интервалами относится ко всем стандам на линии сборки; все самолеты передвигаются в установленное время, независимо от того, закончена на них работа или нет.

При работе в три смены на ночную смену возлагаются все доделки и операции, не законченные за прошедшие сутки по плану. Кроме того, в течение этой смены, работающей 6,5 часов, на линии происходит еще одна передвижка самолетов после четырехчасового интервала. Таким образом, на линии окончательной сборки происходит в сутки пять передвижек.

<sup>1</sup> Это описание производственного процесса относится к 1941 г., когда завод Вега выпускал свои двухмоторные бомбардировщики. Позднее этот завод фирмы Вега переключился на постройку бомбардировщиков «Летающая крепость», которая описана в следующей по порядку статье настоящего сборника. *Прим. редакции.*

## ПРОИЗВОДСТВО САМОЛЕТОВ ТИПА „ЛЕТАЮЩАЯ КРЕПОСТЬ“ НА ЗАВОДЕ ФИРМЫ ВЕГА<sup>1</sup>

Х. Е. РАЙКЕР

В настоящей статье кратко описаны методы сборки бомбардировщиков „Летающая крепость“, разработанные фирмой Вега.

Когда правительство США предложило фирмам Вега и Дуглас включиться вместе с фирмой Боинг в производство самолетов „Летающая крепость“, то выбор методов производства был предоставлен на усмотрение фирм. Разработанная фирмой Вега система представляет собой сочетание производственных систем фирм Боинг и Дуглас с некоторыми нововведениями.

Основные методы производства бомбардировщика В-17 были, конечно, разработаны фирмой Боинг. Ознакомление с этими методами позволило фирме Вега сэкономить много ценного времени. Однако некоторые из применяемых фирмой Боинг производственных приемов отличаются от установившейся на заводах Вега и Дуглас практики. Поэтому эти фирмы немедленно приступили к разработке систем, более соответствующих их зданиям, оборудованию и опыту. Следствием этого является производство одинаковых самолетов тремя совершенно различными методами. Например, на заводе Вега линия монтажа среднего отсека крыла сходна с линией завода Дуглас, а линия окончательной сборки — с линией завода Боинг. Но слово „сходна“ не следует истолковывать как „идентична“, так как в целом ряде случаев эти системы значительно разнятся. Так, например, фирмы Дуглас и Вега применяют конвейер для монтажа центральных отсеков крыла после их выемки из главного приспособления. Но сами по себе эти приспособления очень различны и ни одно из них не похоже на приспособления, применяемые на заводе Боинг. Фирма Боинг применяет, например, несколько коротких линий окончательной сборки с четырьмя стендами, а фирма Вега применяет две еще более короткие линии с тремя стендами. Ни одна из названных линий не похожа на линии, применяемые на заводе Дуглас.

В основу системы Боинг, называемой многопоточной, положена сборка в приспособлениях агрегатов и больших узлов с последующим монтажом на них соответствующего оборудования до сборки их с другими агрегатами или узлами.

По системе, принятой на заводе Дуглас, агрегаты собираются в приспособлениях, а затем крепятся к эстакадному конвейеру для постепенного прохождения через многочисленные стенды длинных линий сборки и установки.

Применяемый на заводе Вега метод производства заключается в сборке панелей обшивки с внутренней конструкцией и в последующей максимально полной установке оборудования панелей до сборки их с другими узлами.

Следует отметить, что все три фирмы кооперированы в изготовлении ряда деталей, применяют во многих случаях одинаковые методы производства и передают производство целого ряда деталей другим фирмам в порядке субконтрактации.

Система предварительной сборки узлов самолета давно применялась фирмой Вега, но участие фирмы в производстве самолетов „Летающая крепость“, несомненно, значительно расширило эту систему. Площадь завода необходимо было использовать с максимальным эффектом. Это было достигнуто созданием больших антресольей, которые обеспечили устройство небольших линий для предварительной сборки узлов и панелей обшивки.

Сборка узлов и панелей выполняется на антресолях, и собранные части опускают вниз для монтажа на линиях окончательной сборки. Сооружение антресольей означало фактически создание дополнительных площадей внутри здания и позволило увеличить выпуск самолетов настолько, что правительством увеличено в несколько раз первоначальную производственную программу завода.

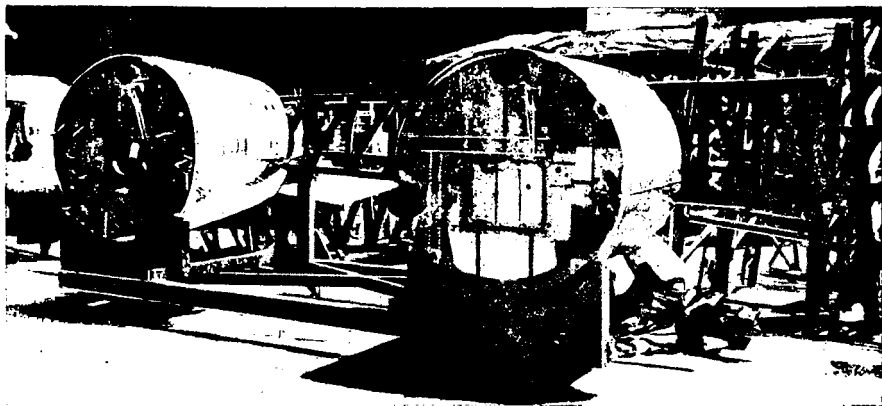
Опишем сначала метод производства, принятый в крыльевом цехе завода Вега. Первая операция при сборке средних отсеков крыла заключается в креплении мотондолок к переднему лонжерону (фиг. 81). Лонжерон ферменного типа устанавли-



Фиг. 81. Сборка переднего лонжерона и мотондолок в приспособлении; после сборки они устанавливаются в другое сборочное приспособление для окончательного склеивания

<sup>1</sup> „Fortresses“ by Vega—Aviation, July 1943.





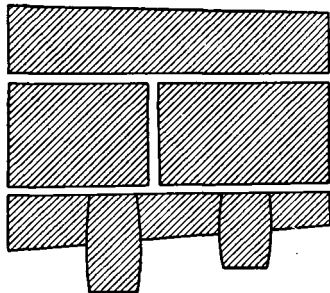
Фиг. 82. Монтаж оборудования на узел, состоящий из лонжерона и двух мотогондол и установленный на тележке, на которой этот узел подается к следующему стенду для крепления передней кромки крыла

вается в приспособление специальной конструкции; на лонжерон ставятся вертикально две предварительно собранные мотогондолы. Для сокращения времени пребывания узла в приспособлении окончательная клепка производится после удаления узла из приспособления, когда собранный частично узел находится в зажимном неподвижном приспособлении. По окончании клепки узел устанавливается на тележку (фиг. 82), на которой производится установка неответственных деталей, в частности, передней кромки и оборудования.

С тележки узел подается в главное сборочное трехярусное приспособление, где ведется сборка среднего отсека крыла в вертикальном положении мотогондолами вниз. Схема сборки в этом приспособлении показана на фиг. 83.

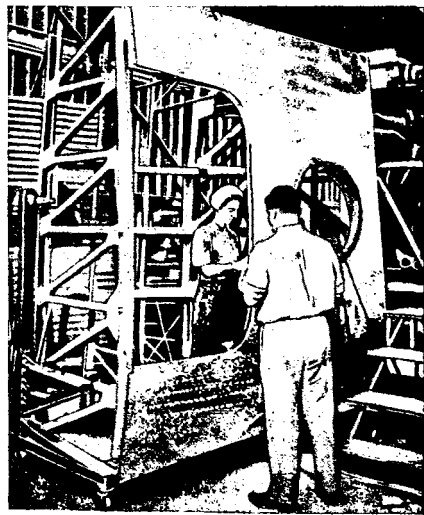
Три другие секции среднего отсека крыла также предварительно собираются в приспособлениях. Затем они вынимаются из приспособлений для окончательного проклепывания и установки оборудования до помещения в главное сборочное приспособление. На фиг. 84 показана сборка носовой секции,

а в фиг. 85 — сборка задней секции центрального отсека крыла. Секция № 2 с отсеками для дополнительных бензобаков, створками нагнетателя и узлами шасси ставится на переднюю кромку и крепится к ней. Затем устанавливается секция № 3 с отсеком для главных бензобаков. Обе эти секции крепятся рабочими на втором ярусе главных приспособлений. Секция № 4 или задняя кромка, на которой было предварительно произведено значительное количество сборочных операций, крепится в главном приспособлении в



Фиг. 83. Схема сборки среднего отсека крыла в главном сборочном приспособлении

Фиг. 84. Сборка первой секции среднего отсека крыла сразу же после выемки его из приспособления





Фиг. 85. Сборка задней кромки среднего отсека крыла и крепление к ней обшивки

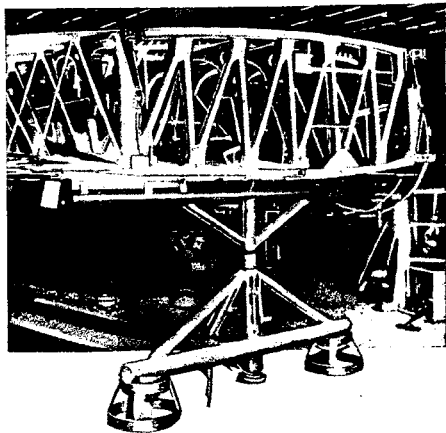
последнюю очередь. Она крепится к остальным секциям среднего отсека крыла на третьем ярусе приспособления.

Конструкция приспособления заимствована у фирмы Боинг, но приспособление сильно изменено. В частности, сборка задней кромки, производящаяся у Боинга на третьем ярусе такого приспособления, вынесена фирмой Вега в главное сборочное приспособление.

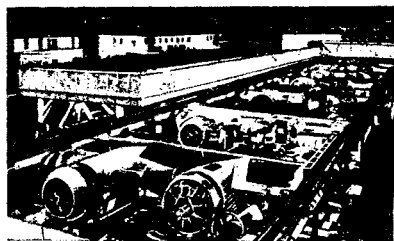
После сборки средних отсеков крыла в главном приспособлении их поднимают краном и устанавливают на тележки, снабженные гидравлическими домкратами, для передвижения отсеков к первым стандам подвешенного конвейера. Эти тележки, показанные на фиг. 86, разработаны фирмой Вега.

Как и на заводе Дуглас, на данном заводе имеются две линии конвейерной сборки средних отсеков крыла: одна для левых (фиг. 87) и одна для правых. Эти две линии подвесные, расположены рядом и агрегаты на них передвигаются над рядом рабочих платформ. Они отличаются от линий завода Дуглас тем, что агрегаты передвигаются на них передней кромкой вперед. На линиях завода Вега нет окрасочной камеры и камуфляж наносится уже на готовый самолет.

Особенностью рабочих стандов, расположенных под этими линиями, является применение отраженного освещения. Участки пола, занимаемые линиями, выкрашены в белый цвет и содержатся в чистоте. Низко над агрегатами подвешены флуоресцирующие лампы с рефлекторами и свет отражается белым полом. Такое освещение весьма удобно для работы, так как оно подобно дневному рассеянному свету без густых теней. При таком освещении значительно повышается производительность труда на этих линиях сборки. Поэтому по всему заводу на участках, где расположены двухъярусные сборочные приспособления, а также в помещениях с низким потолком полы выкрашены в белый цвет для отражения света.



Фиг. 86. Средний отсек крыла по выемке из приспособления устанавливается на тележку, снабженную гидравлическими домкратами для установки отсека на конвейер



Фиг. 87. Линия сборки левого среднего отсека крыла

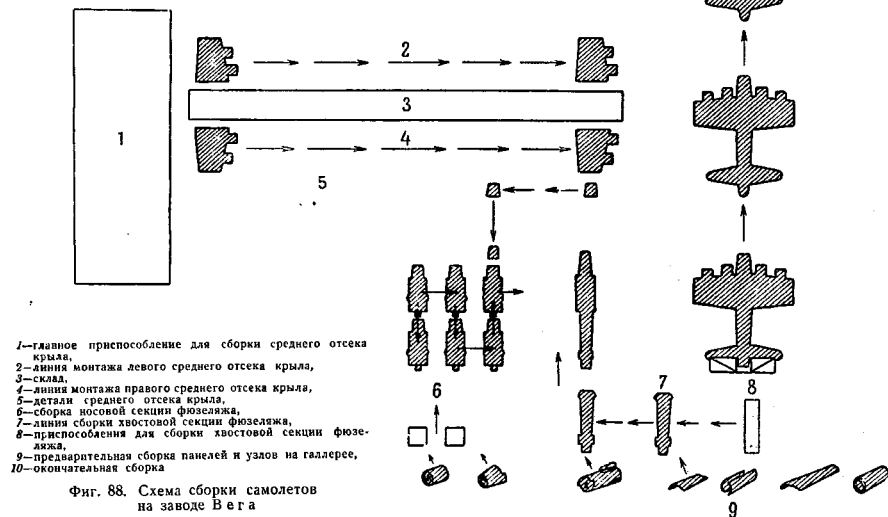
Приспособления также окрашены в белый цвет, а их подвижные части — в голубой.

О системе сборки самолета из предварительно собранных узлов, секций и агрегатов лучше всего судить по схеме, показанной на фиг. 88, а также по фиг. 89, на которой изображена клепка пола кабины летчика, боковых стенок и шпангоута № 3, причем о принадлежности данного узла к самолету можно заключить лишь по двум уже установленным на место колонкам управления. К этой конструкции впоследствии крепится предварительно собранная обшивка, хранящаяся поблизости (фиг. 90). Все линии, на которых производятся эти операции, расположены на галерее, откуда собранная часть опускается на главную площадку, где и крепится к другим узлам фюзеляжа.

При сборке панелей обшивки шпангоуты, стрингеры и обшивка очень быстро склеиваются между собой на клепальной машине Эрко, реконструированной для клепки больших панелей. Пане-

ли обшивки, предварительно собранные в приспособлениях, до подачи в машину Эркo закрепляются в зажимных приспособлениях, что позволяет передвигать их.

Носовая часть фюзеляжа, состоящая из четырех предварительно собранных панелей: двух

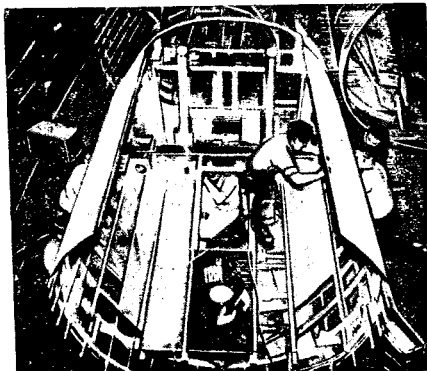
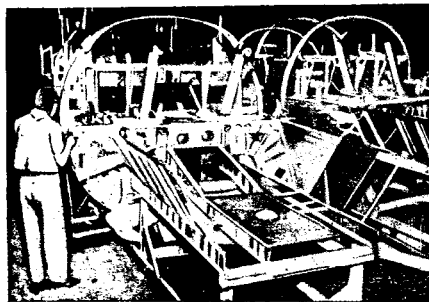


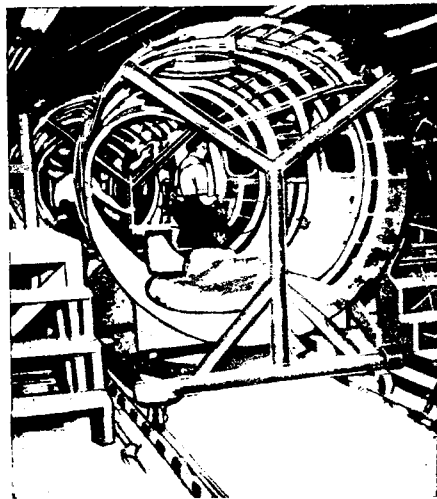
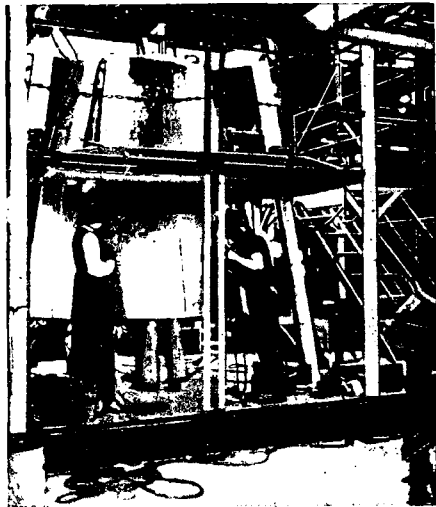
боковых, верхней и нижней, собирается в вертикальном приспособлении, показанном на фиг. 91. Это двухъярусное приспособление высотой 3 м имеет рабочие площадки, на которых работа производится одновременно внутри и снаружи собираемого агрегата. По выемке из этого приспособления носовая часть фюзеляжа устанавливается на тележки конвейера, показанного на

фиг. 92. Эти тележки передвигаются по рельсам из углового железа через четыре стэнда для клепки и через четыре стэнда для монтажа оборудования. Агрегат быстро передвигается по линии и по прохождении восьми стэндов может быть опущен на главную площадку.

Кабина радиста также собирается из предварительно собранных панелей в вертикальном при-

Фиг. 89 (слева). Предварительная сборка узлов ускоряет сборку таких агрегатов, как кабина летчика. Фиг. 90 (справа). Клепка обшивки кабины летчика





Фиг. 91 (слева). Сборка предварительно собранных панелей носовой секции фюзеляжа в двухэтажном приспособлении. Фиг. 92 (справа). По удалении из вертикального приспособления носовая часть фюзеляжа крепится к кронштейну, передвигающемуся по рельсам через четыре стелла для клепки и четыре стелла для монтажа оборудования. Работа производится снаружи и внутри собираемого объекта. Фиг. 93 (внизу). Кабина радиста собирается из готовых узлов в вертикальном приспособлении. Базовые точки устанавливаются на неподвижном основании и подвижной верхней раме

способлении, показанном на фиг. 93. Базовые точки установлены на основании и на верхней раме приспособления. Рама прикреплена к подъемнику и служит для удаления кабины из приспособления. Электромотор подъемника отрегулирован таким образом, что кабину могут легко поднимать женщины. По удалении из приспособления кабина подается на деревянную платформу, где заканчивается клепка и ведется монтаж оборудования.

В нескольких цехах предварительной сборки, расположенных на галерее, детали хранятся на стеллажах, подвешенных к потолку здания, что позволяет наиболее выгодно использовать площадь цехов и более компактно установить на полу оборудование. Подвесные стеллажи обеспечивают во многих случаях возможность хранить детали ближе к месту их сборки, чем это возможно при стеллажах, установленных на полу.

Сборка задних секций фюзеляжа, подобно сборке других агрегатов этого самолета, начинается также в ряде неподвижных приспособлений, но для того, чтобы не занимать приспособление слишком долго, агрегаты удаляются из них возможно быстрее подвижным краном и помещаются на тележки, где продолжается работа по клепке и монтажу оборудования. При этом собираемые агрегаты проходят через шесть стенов сборочной линии, передвигаясь в боковом направлении. Руль направления и киль крепятся к задней сек-



ции фюзеляжа до удаления ее из сборочного приспособления.

Метод сборки передней части фюзеляжа на заводе Вега сходен с методом, применяемым фирмой Боинг, но на заводе Вега число предварительно собираемых узлов и панелей больше. Из предварительно собранных узлов и панелей на коротких линиях клепки и монтажа, расположенных на антресолях, собирают четыре основных узла с полным оборудованием. С помощью мостового крана их подают для сборки в приспособление, расположенное на главной площадке. После этого собранные части фюзеляжа помещают на конвейеры линии окончательной сборки, где они передвигаются через 13 стендов в боковом направлении и через 12 стендов в осевом направлении.

После сборки передней секции фюзеляжа и установки в нее соответствующего оборудования к ней крепятся фонарь кабины летчика и башня пулемета. После этого агрегат готов для сборки с задней частью фюзеляжа. Собранный фюзеляж передвигается вперед и устанавливается между гидравлическими домкратами, на которых уже помещены средние отсеки крыла. На этом стенде фюзеляж соединяют со средними отсеками крыла.

По окончании сборки самолет поднимается домкратами и выпускается шасси. На собственных колесах самолет подается к следующему стенду для установки носовой части фюзеляжа и для других второстепенных операций. Одновременно работают четыре таких линии, но по окончании сборки эти линии сливаются в две линии окончательной сборки. На первом стенде линии окончательной сборки устанавливают консоли крыла. Остальные части монтируют на втором стенде, а осмотр и исправление обнаруженных дефектов производят на третьем стенде. Сошедший с ли-

нии сборки самолет подается в камуфляжный цех, расположенный в отдельном здании.

Широкое использование предварительной сборки позволило заводу весьма эффективно использовать производственную площадь, а быстрое удаление из цеха после окончательной сборки такого большого самолета, как „Летающая крепость“, позволило свести к минимуму и площадь высокой зоны здания.

Предварительная сборка снизила также время, затрачиваемое на сборку больших узлов и агрегатов в приспособлениях и на линиях сборки. Кроме того, сложные сборочные операции упрощены до такой степени, что большую часть их могут успешно выполнять неквалифицированные рабочие, главным образом женщины. Результаты внедрения этого метода выразились в том, что выпуск самолетов в августе 1943 г. в четыре раза превышает январский выпуск, хотя и в январе завод работал на полной мощности.

Предполагается, что к концу 1943 г. и в 1944 г. выпуск самолетов будет непрерывно возрастать до такой величины, которая считалась невозможной для этого завода при первоначальном размещении заказа на эти самолеты. Увеличение выпуска будет частично достигнуто в результате дальнейшего применения метода сборки предварительно собранных панелей и узлов конструкций и непрерывного усовершенствования организации производства. В частности, в настоящее время на заводе несколько изменится расположение цехов.

Следует отметить постоянный обмен опытом между фирмами Боинг, Дуглас и Вега. Эти фирмы непрерывно ищут новые возможности для ускорения выпуска и для повышения качества самолетов. Сразу же после испытания какого-либо нового метода о нем сообщают другим фирмам.

## ПРОИЗВОДСТВО БОМБАРДИРОВЩИКА В-24 „ЛИБЕРЕЙТОР“ НА ЗАВОДЕ ФИРМЫ КОНСОЛИДЕЙТЕД<sup>1</sup>

Американская фирма Консолидейтед Эркرافт Корпорейшн занята главным образом производством четырехмоторных бомбардировщиков В-24, известных в Англии под названием „Либерейтор“ („освободитель“).

По конструкции В-24 — металлический свободносущий моноплан с высококороткоположенным крылом. Крыло двухлонжеронное, с работающей обшивкой из алюминиевого сплава. Фюзеляж В-24 — монокок с работающей обшивкой, металлический. Оперение двойное, свободносущее. Шасси трехколесное, убирающееся.

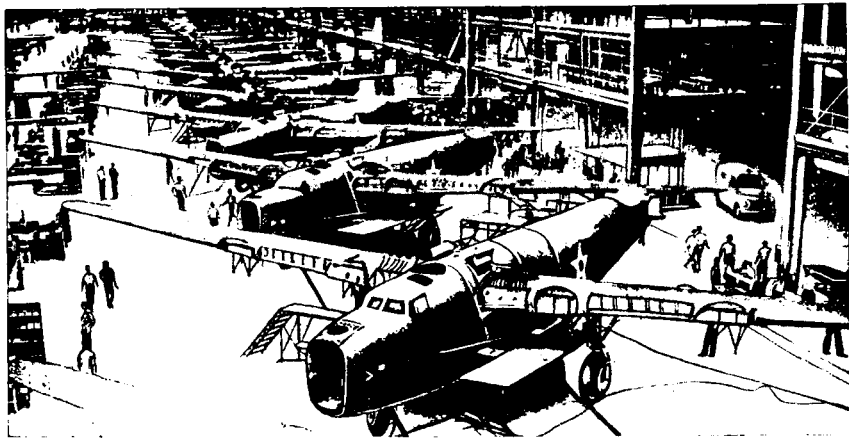
Собирают В-24 на конвейере (фиг. 94). Опыт конвейерной сборки самолета В-24, относящегося к классу тяжелых бомбардировщиков, показывает, что конвейерная сборка применима для всех современных самолетов.

### Конвейерная линия

Конвейерная линия окончательной сборки построена в виде двух рельсовых путей с закруглениями на каждом конце, соединяющими их в одну непрерывную линию. Электромоторы, приводящие в движение эту линию, могут сообщать ей прерывистое (пульсирующее) или непрерывное движение.

Конвейерные тележки линии, на которых передвигаются самолеты во время сборки, движутся по трехрельсовому пути. Тележки сварной конструкции из профилей и труб состоят в основном из четырех стоек и восьми колес — по два под каждой стойкой. Размах крыла собранного самолета более 30 м, но расположение под углом 45° позволяет передвигать его в пролете шириной 22,5 м. При этом обеспечены устройство прохода и складочных помещений. Моторы, которые приводят в движение тележки, имеют редукторы для получе-

<sup>1</sup> Реферат по материалам статей, опубликованных в журнале „Aviation“ № 7, 1942 и „Aircraft Production“ № 48, 1942.



Фиг. 94. Конвейерная сборка самолетов В-24. Самолеты расположены под углом 45° к направлению движения

нии соответствующей скорости. Для нормального движения конвейера применяется мотор мощностью 5 л. с., а для сравнительно низкой скорости — мотор в  $\frac{3}{4}$  л. с. с дополнительным редуктором. Второй мотор соединен с валом якоря и редуктором первого муфты свободного хода и при пульсирующем движении конвейера не работает.

Передняя и задняя пары колес тележки (фиг. 95) имеют реборды и служат направляющими. Две остальные пары (боковые) колес реборд не имеют. Все тележки связываются буксирными стержнями-тягами. Эти тяги регулируют расстояние между тележками. Они же тянут тележки за головной тележкой конвейера. На первой линии конвейера расстояния между центрами тележек равны 14 м, а на второй (обратной) линии это расстояние увеличено до 19,8 м с тем, чтобы расширить площадь для установки консольных частей крыла. Шарниры соединительных тяг позволяют изменять расстояние между центрами тележек, но применяются они только на второй линии конвейера. На первой линии тяги бесшарнирные и отключаются при переходе тележки с одной линии на другую на закрываемой части конвейера.

### Процесс сборки

В соответствии с общим принципом конвейерной сборки каждую составную часть самолета возможно более полно заканчивают обработкой до того, как она будет подана на линию окончательной сборки. Внутреннее оборудование агрегата, элементы внешних креплений, окраска — все это заканчивается до начала общей сборки. На конвейерной линии только соединяют агрегаты: крыло, оперение, башни и т. д.

С заводов-поставщиков агрегаты перевозятся автомашинами с прицепами специальной конструкции, приспособленными к перевозке каждого агрегата.

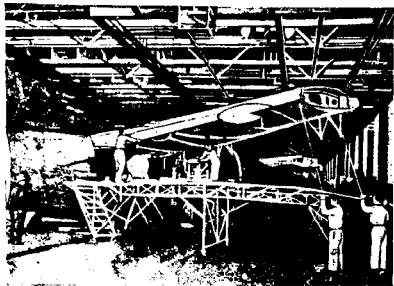
При транспортировке частей фюзеляжа задняя опора специального прицепа поворачивается вниз на шарнирах путем удаления двух шпилек. Установив прицеп в этом положении, можно передвинуть тележку по трем направляющим для расположения ее задних колес непосредственно над осью прицепа. Затем опора поворачивается (вернее приподнимается) для транспортировки к конвейеру окончательной сборки.

Другие агрегаты, например, элероны, рули направления и высоты, перевозятся на грузовике в деревянных подставках. Оборудование, поставляемое извне, включая моторы и винты, подвозится по железной дороге или тоже грузовиками.

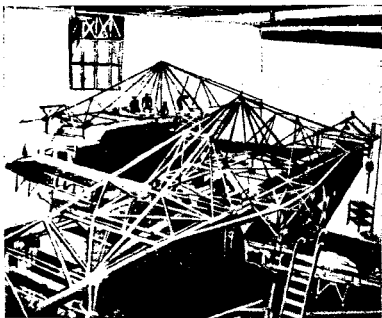
Агрегаты выгружаются непосредственно против той места конвейера, где они требуются. По всей длине каждой линии конвейера проходит



Фиг. 95. Тележка, на которой осуществляется сборка, движется по трем направляющим на четырех парах колес. Электрическая подводка расположена у основания тележки



Фиг. 96. Установка центроплана на тележку. Вертикальные установочные шпильки входят во втулки на стойках



Фиг. 97. Установочное приспособление для сборки центроплана с фюзеляжем

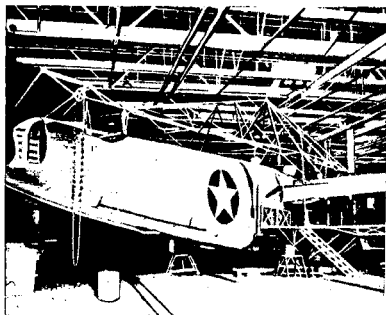
рельс, по которому передвигаются подъемные краны для передачи тяжелых агрегатов.

Как уже сказано, агрегаты и узлы, поступающие на конвейер окончательной сборки, представляют собой законченные изделия со всеми проводами, соединениями и т. п.

Первой операцией на конвейере является установка центроплана на тележку (фиг. 96). Его поднимают краном с помощью захвата и располагают на четырех опорных стойках тележки. Все стойки регулируются по высоте для нивелировки центроплана.

На центроплан ставится весьма жесткое, сваренное из труб установочное приспособление (фиг. 97), поднимаемое мостовым краном. Это приспособление служит для установки центроплана и частей фюзеляжа в правильном относительно друг друга положении. В настоящее время применяются три таких приспособления, передвигающихся через три первых сборочных стенда. На третьем стенде приспособление освобождается и возвращается к началу конвейерной линии.

После установки этого приспособления к центроплану подвозят на тележках носовую и хвостовую



Фиг. 98. Подъемное и передвигающее устройство на установочном приспособлении. При помощи этих устройств устанавливаются хвостовую и носовую части фюзеляжа

ую часть фюзеляжа (фиг. 98). Каждое установочное приспособление имеет три ценных тали для подъема частей фюзеляжа. В установочные отверстия части, где расположено окно кабины бомбардировщика, вставляются болты крепления подъемной балки. К этой балке крепится передняя таль, а к двум другим таям у разреза прикрепляется строп.

После подъема носовой части фюзеляжа она может быть передвинута назад к крылу. Подъем хвостовой части фюзеляжа производится таким же образом.

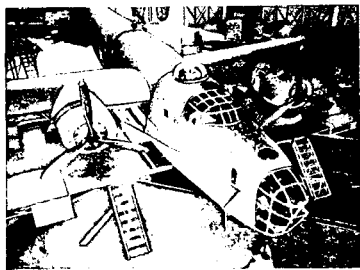
После того как три основных агрегата (центроплан, носовая и хвостовая части фюзеляжа) установлены и выверены, их склепывают между собой.

По обеим сторонам конвейерных линий во всю их длину проложены под полом электрические и пневматические магистрали с распределительными коробками. Наружные выводы расположены на довольно близком расстоянии друг от друга, что обеспечивает подводку ко всем стендам конвейерной линии. На установочном приспособлении имеется распределительная коробка пневматической системы с четырьмя отводными трубами. Это вполне обеспечивает присоединение пневматического инструмента.

На тележке имеется электропроводка, но нет воздушного провода, так как основная масса заклепок ставится на первых трех стендах первой линии конвейера, т. е. тогда, когда еще есть установочное приспособление. Воздухопровод, расположенный под полом по всей длине конвейера, позволяет пользоваться сжатым воздухом на любой стадии сборки.

При передвижении тележек от одного стенда к другому шланги и электропровода отъединяются.

По ходу работы к тележкам прикрепляются верхние и нижние рабочие платформы с деревянным настилом, обеспечивающие легкий доступ к любой из собираемых частей (фиг. 99).



Фиг. 99. Система платформ на движущейся тележке обеспечивает легкий доступ ко всем пунктам собираемого самолета

По окончании установки центроплана к тележке прикрепляют четыре добавочные платформы. Эти платформы располагают снаружи конвейера параллельно центроплану с каждой стороны. Наружная часть платформы опирается на два колеса, расположенные в одной плоскости в направлении движения.

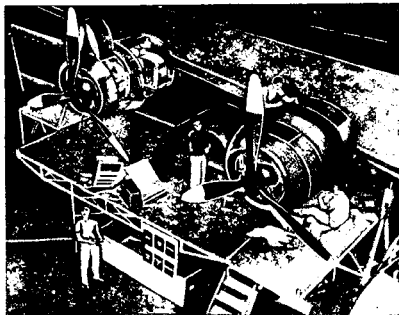
С каждой стороны самолета, между двумя описанными платформами, имеется связывающая платформа, по которой можно подойти к передней или задней кромке центроплана. Такое устройство оставляет свободное пространство внизу для установки и испытания шасси.

Борты дополнительных платформ, выступающие под углом  $45^\circ$ , откидываются на шарнирах книзу при проходе тележки в более узкой части пролета, а затем, в более широкой части пролета, их снова поднимают для увеличения рабочей площади. Здесь впереди крыла прицепляют еще две платформы, чтобы создать доступ к моторам и гондолам. Вход на все платформы обеспечивается легкими стремянками, передвигающимися на колесах вместе с тележкой. Такие стремянки позволяют сборщикам добираться до самых высоких мест на самолете. Они устанавливаются в любом месте на платформах, благодаря чему рабочие могут легко взобраться на крыло. На одном или двух стендах для работы в носовой части фюзеляжа применяются особо высокие стремянки.

Первая линия конвейера отведена для выполнения всех сборочных операций с тремя упомянутыми выше основными агрегатами. В то время, пока еще не снято установочное приспособление, на трех стендах производится сборка этих агрегатов.

Затем устанавливаются боковые панели бомбового отсека фюзеляжа, бомбодержатели, гаррот, трап, отдельные сегменты, усиливающие шпангоуты и другие части. Небольшие детали добавляются впоследствии на других стендах конвейерной линии. Они лежат на подставках и стеллажах близ того стенда линии, где их будут монтировать.

На второй линии конвейера монтируют остальные крупные агрегаты: консоли крыльев, мото-



Фиг. 100. Предварительно установленные на мотор капоты передвигаются вместе с моторами



Фиг. 101. Расход деталей отмечается цветными дисками, подвешенными на контрольных досках на каждом стенде

гондолы, моторы, элероны и хвостовое оперение. Все эти агрегаты подвозят к линии конвейера на вагонетках через специально для этого предназначенные двери каждой секции склада. Двери расположены в стенах здания, напротив каждого стенда конвейерных линий.

Затем устанавливают закрылки и винты, вывешивают элероны и хвостовое оперение. Прозрачная носовая секция со смотровым люком бомбардира, фонарь кабины и радиоборудование устанавливаются на последних стендах конвейерной линии.

Все детали агрегатов и узлов сверлятся по возможности предварительно в приспособлениях, что сводит к минимуму сверление отверстий под заклепки во время сборки. Полностью избежать сверления по месту нельзя, так как многие детали, монтируемые в данной точке линии, изготавливаются из листового дюралюмина и вследствие своей гибкости требуют подгонки при сборке.

Расположение самолетов на конвейере под углом  $45^\circ$  позволяет хранить моторы, винты, хвостовое оперение, закрылки и башни на полу-



ченной таким образом дополнительно площади. Нижняя сторона платформы, возле тележки, снабжена стеллажами, в которых хранятся детали. Например, моторы поступают на конвейер уже со съёмными панелями капотов. Так как эти панели желательно держать вместе с моторами, к которым они относятся, то они хранятся под платформой (фиг. 100) и передвигаются во время установки моторов. Другие съёмные детали самолета хранятся таким же образом.

Простой и удобной является система учета деталей и предупреждения их нехваток. Все детали, требуемые на данном стенде конвейерной линии, перечислены на доске, подвешенной сбоку стенда (фиг. 101). Против каждого названия вбит крючок, на котором висят металлические диски. Эти диски двух цветов: красного и черного. Дисков столько же, сколько имеется в наличии на стенде деталей.

Красные диски означают минимально необходимый запас деталей на этом стенде, т. е. число их, при котором нужна подача новой партии этих деталей. Черные диски означают число деталей, превышающее минимальный запас.

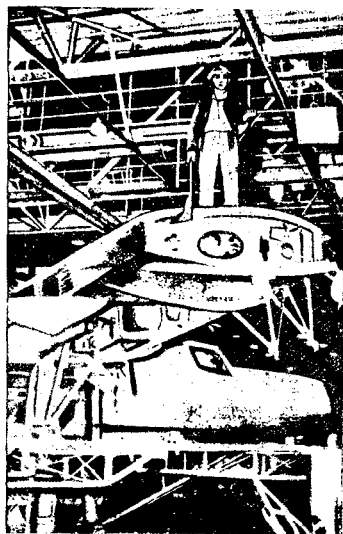
По мере расходования деталей рабочий на каждом стенде линии снимает соответствующее число дисков с крючка. Когда он доходит до красных дисков какой-нибудь детали, это является сигналом, что начинается расходование минимального запаса.

На доске справа от названия каждой детали имеется таблица, разделенная на три графы, в которые заносится различные даты. Как только рабочий использует первую деталь при снятии красного диска, он отмечает это в первой графе. Эти диски ежедневно проверяются, и дата проверки заносится во вторую графу. В третьей графе указывается дата пополнения запаса деталей.

Обычно установка недостающих деталей на следующем стенде не вызывает перебоев. Однако

это нежелательно, так как все же нарушается синхронность работы конвейера.

На противоположной стороне здания, параллельно первой линии конвейера, расположен ряд цехов. К ним относятся цех вооружения, где производится подготовка и пристрелка вооружения; лабора-



Фиг. 102. Сигнализация флажками

тория испытаний и контроля гидравлического и кислородного оборудования; приборный цех; лаборатория испытания электрооборудования; инструментальный и технологический цехи; несколько складов и инструментальная мастерская, где проверка шаблонов и других инструментов может быть произведена быстро и без задержек, которые возникли бы при выполнении работы в цехе, расположенном извне. Раздевалки, уборные и пункты первой помощи расположены между двумя линиями сборочного конвейера. Работа на каждом восьми сборочных стендах конвейера производится под наблюдением мастера. Каждому мастеру подчиняются восемь подсобных рабочих, каждый из которых обслуживает один стенд.

Сборочные стенды, привнесенные самолетом, отмечаются на портативном столике, имеющемся на каждой тележке. В этом столике хранятся, наряду с другими справочными данными, ведомости материалов и списки деталей, составляемые инструментальным и технологическим отделами.

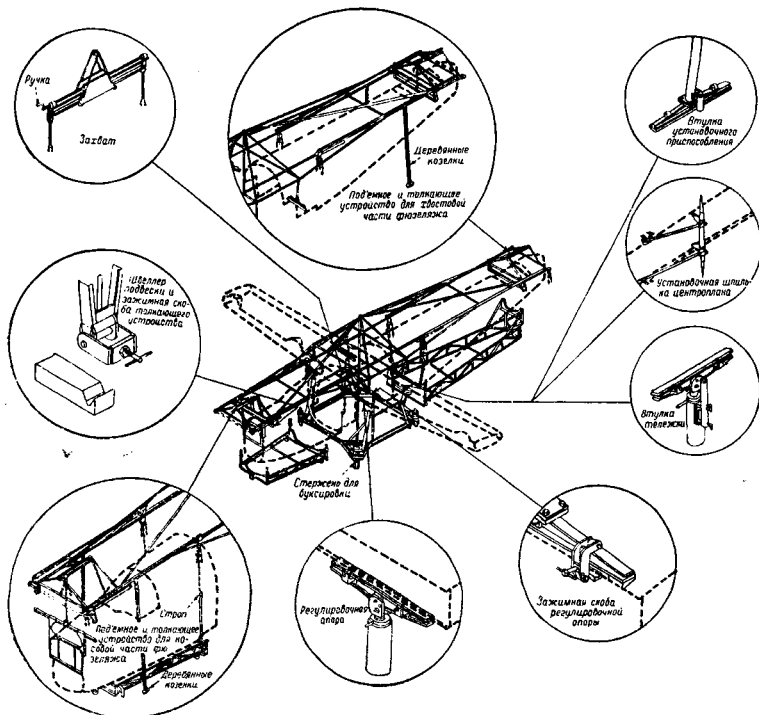
Когда конвейерная линия должна передвигаться, на концы крыльев каждого восьмого самолета становятся сигнальщики с двумя флажками: красным и белым (фиг. 102). Красный флажок сигнализирует готовность к движению, а белый указывает, что конвейер находится в движении. Сошедший с конвейера собранный самолет выкатывается на тележке во двор. Зарядив амортизационные стойки, самолет снимают с тележки. После этого он готов для испытания моторов и для летных испытаний.

## СХЕМА УСТАНОВКИ ЦЕНТРОПЛАНА НА КОНВЕЙЕРНУЮ ТЕЛЕЖКУ И СБОРКА ЕГО С ЗАДНЕЙ И ПЕРЕДНЕЙ СЕКЦИЯМИ ФЮЗЕЛЯЖА ПРИ ПОМОЩИ УСТАНОВОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

### Центроплан

1. Установочные шпильки ставятся с каждой стороны заднего лонжерона центроплана.
2. Центроплан поднимается мостовым краном.
3. Угол установки подвешенного центроплана регулируется поворотом ручки на переднем конце захвата.

катывается на тележке под передний конец установочного приспособления. С подъемного устройства опускается скоба, которая приоблачивается к крепежному приспособлению. Строн, подведенный под задний конец носовой части фюзеляжа, прикрепляется к подъемным цепям. Освобождается поддерживающая тележка. Под установочное приспособление ставятся деревянные опоры и носовая часть фюзеляжа поднимается одновременно тремя цепными тальями.



плана направляются во втулки на задних стойках тележки сборочного конвейера.

4. Винты на передних регулировочных опорах затягиваются, что предотвращает скольжение. Все четыре опоры на тележке могут регулироваться по высоте.

### Установочное приспособление

5. Удаляется захват и на центроплан опускается установочное приспособление. Установочные шпильки центроплана вводятся во втулки приспособления.

6. Регулировочные опоры установочного приспособления крепятся к полкам лонжерона центроплана.

### Носовая часть фюзеляжа

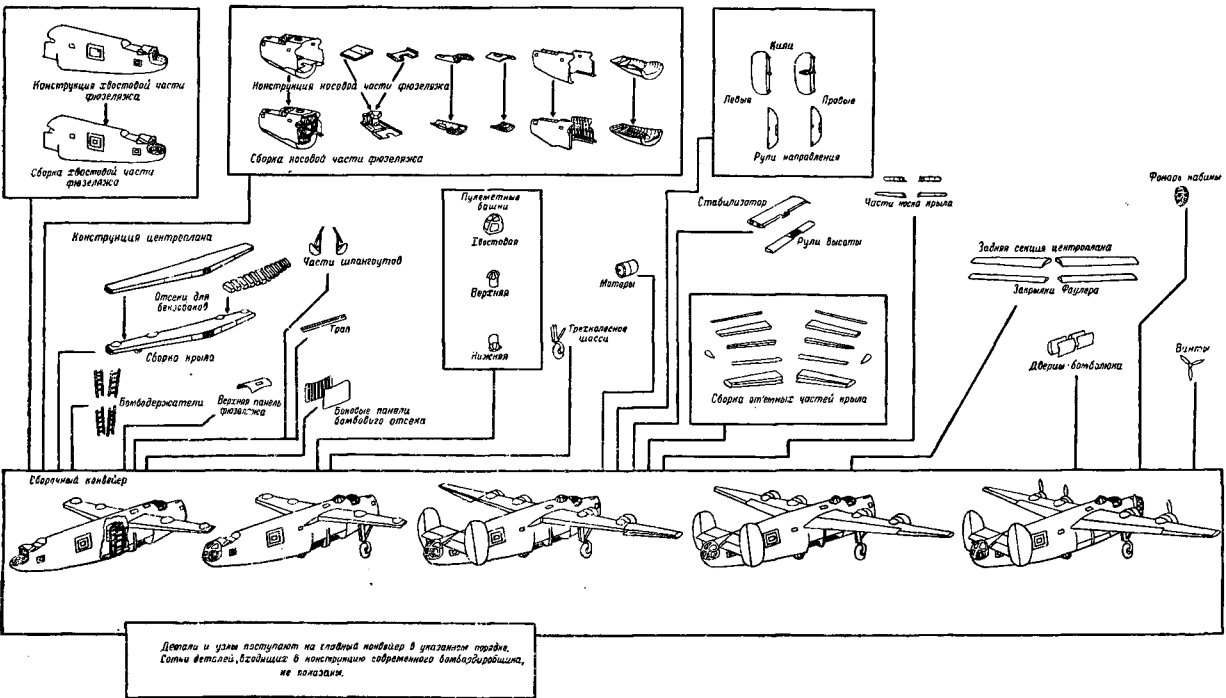
7. Приспособление для подъема носовой части фюзеляжа присоединяется к шпангоуту. Носовая часть фюзеляжа под-

8. С помощью устройства для передвижения носовую часть фюзеляжа передвигают назад для сборки с центропланом.

### Хвостовая часть фюзеляжа

9. Хвостовая часть фюзеляжа подкачивается на тележку под задний конец установочного приспособления. С помощью подъемного устройства крепится хвостовая часть к установочному приспособлению фюзеляжа. Строн под передним концом хвостовой части прикрепляется к подъемным цепям. Освобождается поддерживающая тележка. Под установочное приспособление ставят деревянные стойки и хвостовая часть фюзеляжа поднимается одновременно тремя цепными тальями. Хвостовая часть фюзеляжа передвигается для сборки вперед с помощью цепи устройства для передвижения, имеющегося в установочном приспособлении.

СХЕМА СБОРКИ БОМБАРДИРОВЩИКА В-24



ПРОИЗВОДСТВО САМОЛЕТОВ „ЛИБЕРЕЙТОР“  
НА ЗАВОДАХ КОНСОЛИДЕЙТЕД-ВАЛТИ<sup>1</sup>

Д. НЬЮМЕН

Несколько лет назад фирма Консолидейтед-Валти запроектировала постройку завода совершенно нового типа, рассчитанного на очень высокую производительность. В настоящее время этот проект осуществлен в виде завода в Форт Уорте, построенного фирмой Остин. Это самый крупный завод без естественного освещения. Одним из наиболее важных факторов, учитывавшихся во время его планировки, был путь, который должна проходить деталь в процессе ее обработки. Ведь время, потраченное на подачу материала или детали от одной операции к другой, считается потерянным для производства. Ввиду этого производственная площадь завода, равная около 470 000 м<sup>2</sup>, распланирована так, чтобы обеспечивать кратчайшие пути деталей и материалов, а следовательно, максимальную производительность труда. Во всех случаях, когда это возможно, рабочие места расположены так, чтобы рабочие могли лично передавать детали один другому. Подобное планирование позволяет поддерживать непрерывный поток на двух линиях сборки завода, выпускающего бомбардировщики „Либерейтор“ В-24 и транспортных самолеты „Либерейтор-Экспресс“ С-87. Кроме того, часть одной из линий модифицирована для сборки других бомбардировщиков.

Завод был пущен в эксплуатацию в марте 1942 г. Спустя месяц, т. е. более чем за 100 дней до установленного срока, с завода был выпущен и прошел летные испытания первый самолет В-24, причем для отладки линии сборки использовали детали и узлы, изготовленные на заводе этой фирмы в Сан-Диего, так как своих заготовительных и агрегатно-сборочных цехов на описываемом заводе еще не было. Вскоре выяснилось, что линия сборки на заводе в Форт Уорте может легко перевыполнить первоначальное задание по сборке бомбардировщиков из частей, поставляемых другим заводом, расположенным на значительном расстоянии в северном штате. В связи с этим была запроектирована постройка на заводе в Форт Уорте корпуса для заготовительных и агрегатных цехов.

Еще до постройки здания начало прибывать оборудование этих цехов. Для установки и пуска в эксплуатацию этого оборудования была использована часть здания, занимаемого сборочными цехами. Таким образом, удалось начать производство деталей и обучение тысяч рабочих еще до полной готовности корпуса.

К концу года были готовы длинные непрерывно поточные линии вместо часто применяемых в самолетостроении линий периодического действия. К 15 января 1943 г. большая часть оборудования заготовительных и агрегатно-сборочных цехов была переведена в новое здание, причем благодаря

четкому планированию переброски не было ни одного дня простоя.

Несмотря на громадные размеры завода в Форт Уорте, путь потока деталей во многих случаях менее 1 мили (1,61 км), тогда как в среднем на других заводах он составляет 10—12 миль. Планировка завода показана на фиг. 103. Материалы, поступающие в один конец здания, выходят из другого конца в виде готовых самолетов.

Готовые изделия, поступающие из складов армии и военно-морского флота, а также оборудование, поставляемое государством, хранятся в отдельном помещении на одном конце корпуса заготовительных цехов.

Листовой дюралюмин и другие материалы подаются на завод по трем железнодорожным путям, введенным в склад завода. Разгрузочные платформы склада показаны на фиг. 104. Материалы распределяются по складам, расположенным непосредственно у производственных цехов, для которых предназначен данный вид материала, т. е. цехов обработки листового металла, гибки труб, сварки и механической обработки.

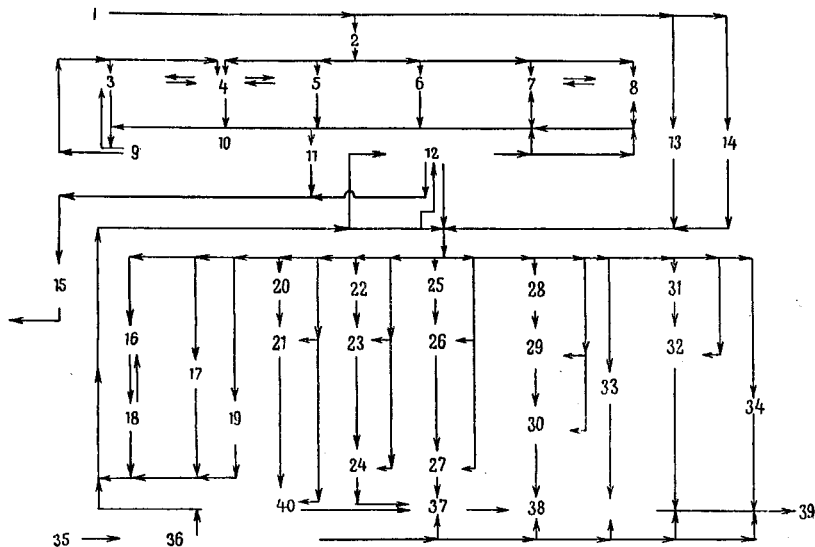
Поток материала через такой цех, как цех листового металла и штамповочный, подразделяется на ряд различных потоков. Почти весь дюралюмин подается сначала к ножницам, затем он может поступать в пресс для штамповки обшивки. Некоторые материалы подаются от ножниц к вырубным, дыропробивным и профилегированным прессам или к падающим молотам. Эти детали проходят сверловку, снятие заусенцев и т. д. и сходятся снова в отделе контроля.

Следствие большого числа деталей и весьма разнообразной их обработки производство является скорее серийным, чем поточным или массовым. Так как для сборки самолета применяются главным образом нормалы массового производства и покупные детали, то базисные склады и производственные цехи расположены для облегчения транспортировки рядом. Базисные склады по сути являются централизованными диспетчерскими пунктами, откуда нормалы распределяются между цехами сборки. Некоторые нормалы подают из склада прямо в отдел зачастей, где их упаковывают и отправляют в склады армии. Детали, требуемые для восторженных узлов, хранятся на стеллажах в пролетах соответствующих цехов. Перегородки, шанпоуты, боковые панели бомбовых отсеков и т. д. движутся к определенным участкам сборки.

Некоторые второстепенные узлы собираются сначала на верстаках и подаются промежуточными транспортерами для последующей сборки их с основными узлами, другие же узлы подаются прямо к монтажным стендам на линиях сборки.

Агрегаты самолета, как например, центроплан крыла, носовая и хвостовая части фюзеляжа, консоли крыла и органы управления, собираются

<sup>1</sup> „Liberators“ by Consolidated-Vultee—Aviation, July 1943.



1—приемка, 2—материалы, 3—штамповочные молоты, 4—цех обработки листового металла, 5—вытяжные прессы, 6—гибка труб, 7—сварка, 8—механический цех, 9—гермообработка, 10—анодизация, 11—покрытия, 12—готовые детали, 13—склады армии и военно-морского флота, 14—склады корпорации оборонных заводов, 15—запчасти и экспедиция, 16—верстачные работы, 17—электрооборудование, 18—точечная сварка, 19—крепление обшивки и обивки, 20—сборка узлов центроплана, 21—сборка конструкции центроплана, 22—сборка узлов хвостовой части фюзеляжа, 23—сборка хвостовой части фюзеляжа, 24—монтаж хвостовой части фюзеляжа, 25—сборка узлов носовой части фюзеляжа, 26—сборка носовой части фюзеляжа, 27—монтаж носовой части фюзеляжа, 28—сборка узлов консолей крыла, 29—сборка консолей крыла, 30—монтаж консолей крыла, 31—сборка органов управления, 32—сборка органов управления, 33—моторная установка, 34—вооружение, 35—приемка, 36—готовые изделия, изготовленные в порядке субподрядки, 37—стыковка, 38—окончательная сборка, 39—выход с конвейера и летные испытания, 40—монтажные работы в центроплане

Фиг. 103

в неподвижных стапелях, и рабочие переходят от одного стапеля к другому. На непрерывно движущейся линии сборки, наоборот, агрегаты движутся, а рабочие остаются на местах.

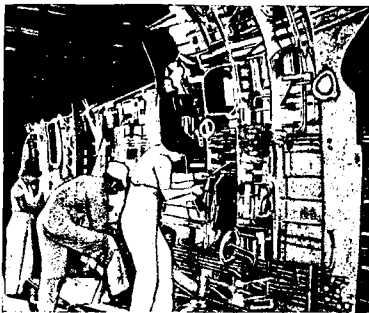
Все узлы и агрегаты выпускаются из цеха как можно более законченными. Достижимая при этом экономия времени особенно заметна в отношении

носовой части фюзеляжа. В настоящее время до сборки носовой части фюзеляжа проводится большая работа по монтажу электропроводки и трубопроводов, тогда как раньше эта работа производилась на окончательной сборке. Монтаж панели носовой части показан на фиг. 105. Другие нововведения имеют место на сборке центропланов, где первоначальные приспособления дополнены фиксаторами для обшивки и стрингеров. Стрингеры и силовые нервюры собирают в приспособлениях заранее, после чего подают их в стпель для сборки центроплана. Сборка этого узла показана на фиг. 106, а на фиг. 107 показана его транспортировка в стпель.

Подобно тому, как конвейер устраняет необходимость подачи центроплана крыла к стыковочному приспособлению, так и близость пролетов сборки носовой и хвостовой частей фюзеляжа значительно упрощает транспортировку этих агрегатов к стыковочному приспособлению. Крыны быстро и плавно опускают их в надлежащем по-



Фиг. 104. Моторные установки, винты и материалы на заводе Консолидейтед-Валти в Форт Уорте подаются в вагонах непосредственно в склады, расположенные вблизи соответствующих участков сборки или цехов для их обработки



Фиг. 105 (слева вверху). На конечных стадиях сборки панели носовой части фюзеляжа монтируются электропроводка и трубопроводы. Аналогичные операции производятся одновременно на остальных панелях. После этих операций панели соединяются в специальном приспособлении

Фиг. 106 (слева внизу). Сборка в приспособлении стрингеров и нервюр до установки их в стпель центроплана

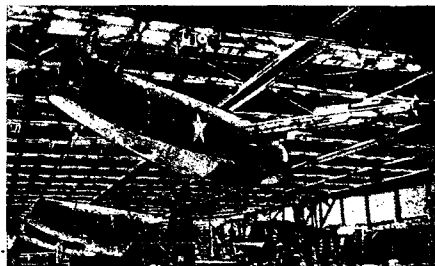
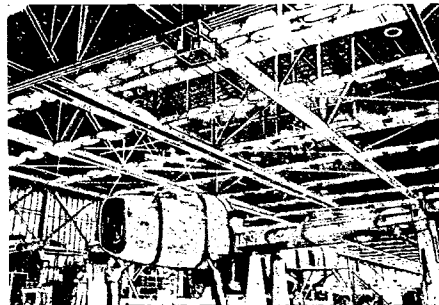
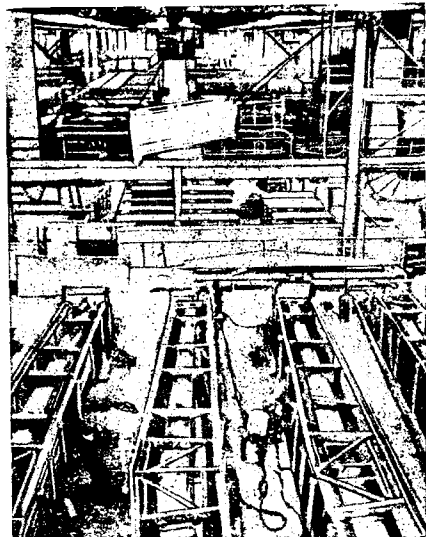
Фиг. 107 (справа вверху). Узел стрингеров и нервюр, подаваемый монорельсовым краном в стпель центроплана

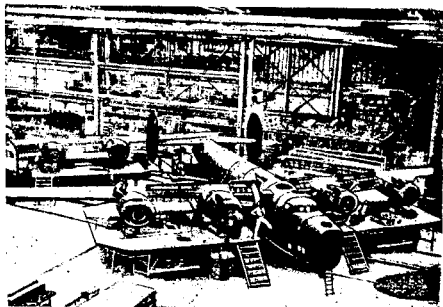
Фиг. 108 (справа в середине). Носовая часть фюзеляжа опускается на тележку, изготовленную за одно целое с приспособлением. Тележка передвигает носовую часть назад для сборки с центропланом. Хвостовая часть фюзеляжа, находящаяся на аналогичной тележке, также готова для соединения с центропланом

Фиг. 109 (справа внизу). По выемке из приспособления „Либерејтор“ краном подается на тележку для передвижения по непрерывно движущейся линии окончательной сборки

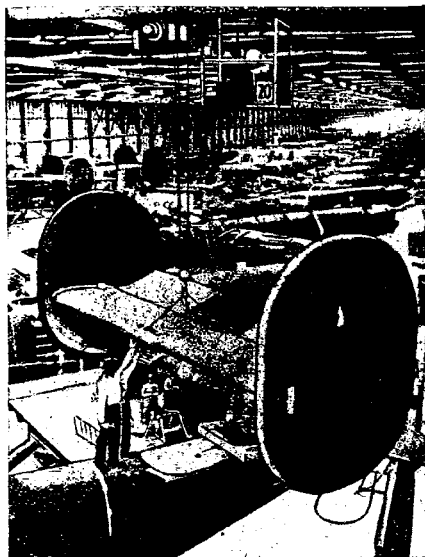
ложении в приспособление, где они фиксируются скобами, исключая возможность неправильной сборки. Установка носовой части фюзеляжа показана на фиг. 108.

После стыковки носовой части фюзеляжа, центроплана и хвостовой части фюзеляжа кран поднимает собранный самолет из приспособления, как показано на фиг. 109, и ставит его на тележку для передвижения по одной из длинных линий сборки. Самолеты движутся по этим линиям под





Фиг. 110. Бомбардировщики «Либерейтор» движутся по линии окончательной сборки под углом 45°, что позволяет располагать их более компактно



Фиг. 111. Установка собранного хвостового оперения. Агрегаты передвигаются и устанавливаются на самолет без остановки линии

углом 45°. Этим достигается экономия площади, достаточная для размещения одного дополнительного самолета на каждые три, помещаемые на линию. Общий вид линии показан на фиг. 110.

Конструкция тележки на этой линии весьма проста, а применение подмостков облегчает рабочим доступ ко всем частям самолета. Непрерывное движение на линии сборки столь плавно, что ра-



Фиг. 112. Вид механизированных линий сборки на заводе Консолидейтед - Вальти в Форт Уорте. Линия справа предназначена исключительно для бомбардировщиков «Либерейтор» В-24; передняя часть линии слева представляет собой модифицированную линию, а задняя часть предназначена для сборки транспортных самолетов «Либерейтор-Экспресс» С-87

бочне, находящиеся в самолетах, не ощущают его. Тележки окрашены белой краской, причем это сделано не только для отражения света, но и для чистоты.

Применение тележек на конвейере общей сборки весьма удобно по многим причинам и, в частности, потому, что устраняется возможность остановки линии из-за нехватки какой-либо детали шасси, так как самолет не движется самоходом. Применение тележек позволяет испытывать при сборке убирающееся шасси с его сложной гидросистемой, а также закрылки и другие приспособления, устраняя тем самым необходимость в последующем подъеме самолета домкратами для отладки и испытания этих агрегатов.

Тележки, соединенные телескопическими тягами, равномерно движутся с помощью электромоторов к воротам шириной 60 м в конце сборочного цеха. Эти тележки снабжены воздухопроводкой и штепсельными розетками, позволяющими рабочим присоединить клепальные молотки к воздухопроводу на ходу конвейера. Рельсы уложены заподлицо с полом для того, чтобы тележки и другой транспорт могли передвигаться по полу через рельсы без толчков. По прохождении восьми стенов от начала линии сборки крючок на телескопической тяге, соединяющей тележки, спускается, в результате чего тяга удлиняется для увеличения в этом месте расстояния между тележками с 15 м почти до 20 м с тем, чтобы раздвинуть машины для крепления консоли крыла.

Максимальное использование мостовых кранов при монтаже всех крупных узлов также играет большую роль при сборке. Консоли крыла подаются с места их сборки и крепятся к самолету

без остановки линии. Аналогичным образом опускается на свое место хвостовое оперение, собранное поблизости от главного конвейера настолью полно, что для крепления оперения к самолету требуется лишь установить четыре болта. Установка собранного оперения показана на фиг. 111.

Моторные группы устанавливаются с трапа, расположенного под углом 90° над самолетами. Затем подается на сборку вооружение, включая стрелковые башни. Фонарь кабины бомбардира ставится в последнюю очередь для того, чтобы не затруднять движений рабочих в фюзеляже. Общий вид конвейера показан на фиг. 112.

С увеличением размера и веса агрегатов растет значение мостовых кранов. Мостовые и монорейсовые краны, работающие на площади в несколько тысяч квадратных метров, применяются, например, для подъема центроплана со стапеля и для помещения его в горизонтальном положении на по-

движной конвейер, где он поддерживается у каждого торца колесами.

Монтаж крыла продолжается вилоть до тех пор, пока крыло подойдет к приспособлению, где устанавливаются боковые панели бомбового отсека и трап. При дальнейшем передвижении по линии крыло подается на место в самоустанавливающемся приспособлении.

По окончании описанных операций механический привод поднимает ворота шириной 60,9 м, и готовый бомбардировщик В 24 сходит с конвейера во двор, на бетонную дорожку, которая имеет достаточный наклон для того, чтобы самолет мог сойти с тележки после зарядки амортизационных стоек шасси. Далее самолет направляется на испытание моторов и устранение девиации компасов, на испытание сложного радиооборудования, а затем передается в ангар, где подготавливается к летным испытаниям.

## СБОРКА БОМБАРДИРОВЩИКОВ И ТРАНСПОРТНЫХ САМОЛЕТОВ НА ОДНОМ КОНВЕЙЕРЕ<sup>1</sup>

*Р. С. ЗЕБЕЛЬД, С. И. ПАУЭЛ*

Самолетный завод фирмы Консолидейтед в Техасе, не снижая темпов производства, одновременно выпускает бомбардировщики В-24 „Либерейтор“ и военно-транспортные самолеты С-87 „Либерейтор-Экспресс“. Отличительные особенности эти самолеты приобретают на линии окончательной сборки.

По внешнему виду самолеты В-24 и С-87 мало отличаются друг от друга. Основные внешние отличия самолета С-87 следующие:

1) Дверцы бомболока заменены сплошной обшивкой; кабина бомбардира в носовой части снабжена дверью.

2) В хвостовой башне устроено окно для загрузки в самолет длинных запасных частей, таких, как закрылки, элероны, стрингеры и т. п.

3) В хвостовой части фюзеляжа имеется квадратная грузовая дверь.

Но если наружные отличия С-87 от В-24 незначительны, то внутренняя конструкция самолета В-24 была значительно изменена, причем эти изменения явились результатом плодотворной работы конструкторов и технологов.

Проблемы обеспечения необходимым оборудованием и инструментами производства при изготовлении на одном конвейере бомбардировочных и транспортных самолетов представляют большую трудность.

По принятой фирмой Консолидейтед технологии сборки центроплан крыла является основным первичным агрегатом сборки. Из сборочного приспособления центроплан поступает в стапель

сборки бомбового отсека, где устанавливаются боковые панели, трапы и бомбодержатели. Далее центропланый отсек направляется в стапель, где к нему присоединяют носовой и хвостовой отсеки фюзеляжа.

Отсюда самолет подается на линию окончательной сборки и на прерывно движущемся конвейере передвигается от одного сборочного стенда к другому. На этих стендах устанавливаются внутреннее оборудование, консоли крыла, моторы и воздушные винты.

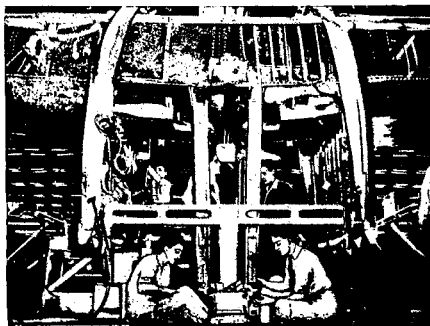
В связи с одновременным выпуском заводом бомбардировочных и транспортных самолетов технология сборки несколько изменилась. Во-первых, вместо створок бомбового отсека балок бомбодержателей и трапа принялись собирать отдельную силовую панель.

Сначала попытались обшивку, закрывающую бомболок, устанавливать в стапеле сборки бомбового отсека и приклепывать ее к боковым панелям центрального отсека фюзеляжа, собранным с центропланом. Но такой порядок сборки оказался неудовлетворительным. Поэтому теперь в стапеле сборки бомбового отсека присоединяются к центроплану боковые панели, связанные между собой поперечинами Т-образного фиксатора для боковых панелей отсека.

На фиг. 113 показана установка боковых панелей при сборке бомбардировщика, а на фиг. 114—установка тех же панелей при сборке транспортного самолета. В обоих случаях используется одно и то же сборочное приспособление. Затем центроплан с приклепанными панелями фюзеляжа устанавливается на большие домкраты, показанные на фиг. 115, носовой и хвостовой отсеки

<sup>1</sup> Single Assembly Line Produces Both Bombers and Transport—Aviation, IV 1943.





фюзеляжа подаются краном, как показано на фиг. 116, и устанавливаются на подвижные тележки, с помощью которых они подводятся к торцам отсека центроплана. Правильную сборку этих трех агрегатов обеспечивает направляющее приспособление, проходящее внутри центроплана от носового до хвостового отсека. Оно заменяет трап, который выполняет ту же роль при соединении аналогичных отсеков бомбардировщика.

Затем носовой и хвостовой отсек фюзеляжа прикрепляют к центроплану, а направляющее и Т-образное фиксирующее приспособления вынимают из фюзеляжа.

Задняя часть хвостового отсека устанавливается на деревянную подставку, а тележки откатывают назад для того, чтобы можно было поднять и прикрепить силовую панель днища фюзеляжа (фиг. 117), собранную в отдельном приспособлении и увязанную с конструкцией фюзеляжа.

После примерки подрезают перекрывающую обшивку и каркас до требуемых размеров и прикрепляют их. Затем прикрепляют стыковые накладки и вынимают фюзеляж из сборочного стапеля.

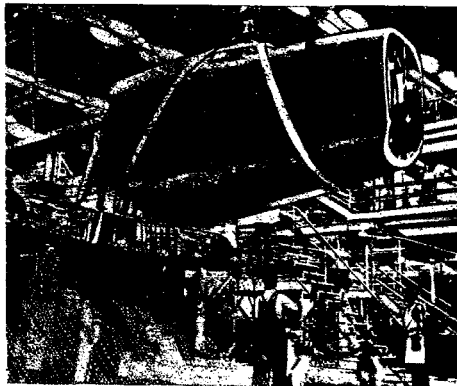
Большие изменения претерпела конструкция хвостовой части фюзеляжа. Эти изменения были вызваны необходимостью приспособить фюзеляж для перевозки тяжелых и громоздких грузов. Для этого шпангоуты каркаса склепаны из двух

Фиг. 113 (слева сверху). Установка боковых панелей, балок бомбодержателя и трапа к центроплану бомбардировщика. На переднем плане—Т-образные фиксаторы приспособления, фиксирующие боковые панели и трап

Фиг. 114 (слева в середине). Установка боковых панелей при сборке транспортного самолета. Балки бомбодержателей и трап отсутствуют

Фиг. 115 (слева внизу). Четыре винтовых домкрата поддерживают центропланый отсек в стапеле для установки секций фюзеляжей как бомбардировщиков, так и транспортных самолетов. На кожухе правого домкрата видны розетки электросети

Фиг. 116 (справа внизу). Отсек фюзеляжа при помощи крана устанавливается на подвижную тележку, на которой он подводится к центроплану



листов, усилены флоры и увеличено их количество. Различие в конструкции этой части фюзеляжа видно из сравнения фиг. 118 и 119.

К числу значительных изменений следует отнести устройство грузовой квадратной двери со стороны в 1,8 м, позволяющей грузить в фюзеляж собранные моторы и большие ящики (фиг. 120). Вместо стрингеров по кромкам люка двери сверху и внизу вставлены лонжероны, а вокруг выреза приклепана усиливающая обшивка, которая продолжается под фюзеляжем.

В стапеле устанавливаются на месте петли, окантовка и порог. Створки же двери подвешиваются на линии окончательной сборки.

В то время как самолет еще находится в стапеле для присоединения отсеков фюзеляжа, на нем размечают и прорезают окна. Три окна из семи на каждой стороне фюзеляжа прорезают в боковых панелях центрального отсека фюзеляжа, которые прикрепляются к центроплану.

Эти окна прорезаются еще до стыковки отсеков фюзеляжа. Остальные четыре окна прорезают после установки панели днища центрального отсека фюзеляжа. На лонжерон боковой панели накладывается стальной шаблон и размечаются остальные окна. Каждое из семи окон имеет высоту 300 мм и ширину 325 мм. Окна расположены на расстоянии 0,6 м друг от друга.

Когда разметка закончена, шаблон убирается и прорезаются окна. Затем отрезают выступающие в окна концы стрингеров и ставят жесткие окантовывающие рамы. С внутренней стороны фюзеляжа устанавливается подоконник, а с внешней приклепывается усиливающая окантовка. После этого в окна вставляется плексиглас.

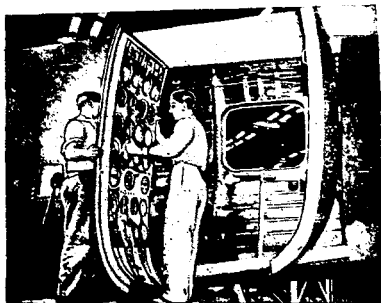
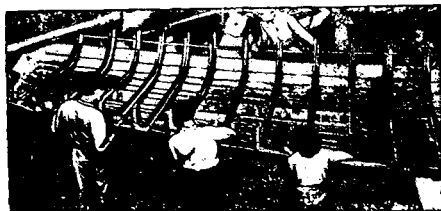
При превращении бомбардировщика в транспортный самолет всякое изменение влекло за собой ряд других. Например, из-за наличия окон пришлось радикально изменить проводку тросов управления, а также коммуникационные линии и электропроводку. Большинство тросов управления проложено ниже окон на уровне пола. Это заставило оградить их предохранительными фанерными



Фиг. 118 и 119. В транспортном варианте самолета, показанном на фиг. 118, рабочий устанавливает вдоль усиливающей балки пола кронштейны для крепления груза. Обратите внимание на жесткие клепаные шпангоуты и на разницу в конструкции опор по сравнению с хвостовой частью бомбардировщика, показанной на фиг. 119

Фиг. 117 (слева внизу). Хвостовой отсек фюзеляжа опирается на деревянную подставку, а тележка откатывается, чтобы дать возможность установить готовую силовую панель днища фюзеляжа. Рабочие подносят панель для установки ее на место

Фиг. 120 (справа внизу). Наличие грузовой двери, позволяющей грузить в фюзеляж авиамоторы, вносит серьезные изменения в конструкцию хвостовой части фюзеляжа. Вместо стрингеров над дверью и под ней установлены лонжероны





Фиг. 121. Установка узлов крепления ремней для укрепления грузов

кожухами, которые крепятся заклепками и болтами к полкам шпангоутов фюзеляжа.

В местах, где проводка проложена высоко, например, над грузовой дверью, устанавливаются дуралюминовые предохранительные кожухи.

Другим изменением является оборудование фюзеляжа (фиг. 121) кронштейнами с ремнями для крепления грузов. Это требует увеличения прочности тех шпангоутов, к которым крепятся кронштейны.

Проблемой также явились отопление пассажирской кабины и устройство откидывающихся сидений для того, чтобы самолет мог перевозить и пассажиров и грузы. Обогревающие трубы от радиатора проходят по бокам фюзеляжа на уровне пола; это вынудило укоротить ножки кресел с внешней стороны.

Резервуар для гидравлической системы закрылков и шасси перемещен из бомбового отсека, где он помещался на бомбардировщике, на мостик экипажа с целью освободить место для грузов. Штурман с его столиком также перемещен из отделения бомбардира вверх на мостик экипажа. А это вызвало и перемещение наверх радиста и астропола, который находился раньше в носу над штурманом.

Перемещение рам с кислородными баллонами и подводка магистрали с присосками у каждого сиденья является еще одним нововведением в транспортном самолете. Обшивка фюзеляжа изнутри покрыта звуконепроницаемой и отделочной облицовкой из капока. Эта облицовка прикрепляется при помощи быстродействующих застежек и может быть легко снята. Для помещения дополнительного груза используется отделение бомбардира. Объем этого помещения увеличен в



Фиг. 122. В транспортном самолете в помещении бомбардира остекление фонаря заменено продолжением обшивки фюзеляжа на 275 м.м и установлена выпуклая дверь для помещения грузов

результате удлинения обшивки фюзеляжа на 275 м.м (за счет застекленной носовой части) и устройства выпуклой грузовой двери (фиг. 122). Здесь также усиливаются шпангоуты и флоры и также имеются защитные кожухи и изоляционная облицовка.

Сейчас бомбардировщики и транспортные самолеты непрерывным потоком сходят с линии сборки. Благодаря тому, что фирме Консолидейтед для производства самолетов С-87 не пришлось вносить изменения в работу на сложных стапелях, в которых из шпангоутов, стрингеров и обшивки собираются носовая и хвостовые части фюзеляжа, завод быстро освоил выпуск одновременно бомбардировщиков и транспортных самолетов.

Из агрегатов самолета можно собирать и бомбардировщики и транспортные самолеты в зависимости от требования ВВС.

Так как изменения в конструктивном и технологическом отношении сравнительно невелики, то можно собирать эти самолеты на одной линии. Благодаря значительной длине этой линии на Техасском заводе, выполнение изменений распределено между сотней рабочих мест и стенов, что увеличивает фронт работ и не вызывает помех, неизбежных при тесноте и скученности рабочих на коротком конвейере с менее расчлененными операциями.

САМОЛЕТОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД ФОРДА В УИЛЛОУ РАН<sup>1</sup>

Ч. О. ГЕРБ

Самолетный завод в Уиллоу Ран спроектирован и построен фирмой Форд с целью скоростного производства четырехмоторных бомбардировщиков.

Этот завод полностью механизирован. Он был спроектирован и оснащен в расчете на применение к самолетостроению методов массового производства, освоенных в автомобильной промышленности.

Сейчас (статья написана, очевидно, в начале 1943 г. *Прим. ред.*) с конвейера еще не сходит столько бомбардировщиков, сколько запланировано, но производственные условия гарантируют выпуск самолетов выше заданной цифры, как только будет закончено обучение необходимых кадров.

Следует отметить, что завод не только выпускает готовые бомбардировщики, но производит также части для других самолетных заводов. Около двух третей всех изготавливаемых заводом деталей направляется на другие сборочные заводы.

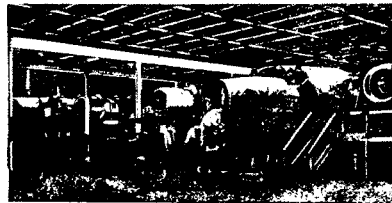
Производство бомбардировщиков на заводе началось через шесть месяцев после начала строительных работ. Сооружение здания завода было сравнительно легким делом. Гораздо труднее было разрабатывать технологические процессы производства и сборки, а также проектировать и изготовлять 10 000 специальных приспособлений.

Одновременно со строительством и оборудованием зданий необходимо было обучить тысячи рабочих, которые сейчас уже свободно справляются с работой, совершенно незнакомой им в недалеком прошлом. На этом заводе можно увидеть много нововведений, впервые примененных в производстве самолетов. К числу их относятся подвесные конвейеры, подающие заготовки и детали от прессов к другим станкам и в другие цехи. Конвейеры подают также детали и агрегаты к линиям сборки консолей крыла, центроплана и фюзеляжа и на линию окончательной сборки. Самолеты на линиях окончательной сборки периодически передвигаются от одного стенда к другому при помощи конвейера, смонтированного под полом. Этот завод непрерывным движением деталей на конвейерах напоминает автомобильные заводы мирного времени.

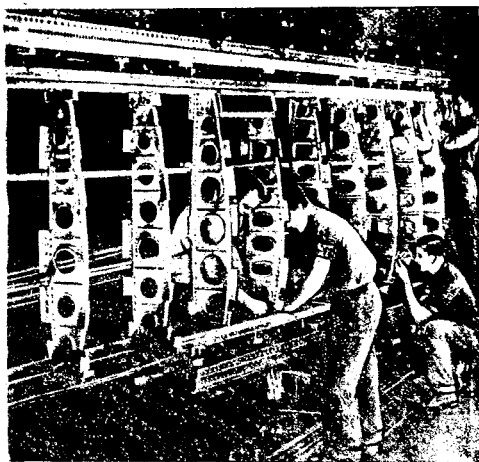
С одного конца завода поступает сырье, а с противоположного выходят готовые самолеты; на заводе нигде нет встречных производственных потоков.

На четырех основных сборочных линиях собирают центроплан, фюзеляж, моторные установки, хвостовое оперение, пол кабины летчика и бомбардира и др. От концов этих линий идут две линии окончательной сборки и отделки (фиг. 123). Здесь стыкуются консоли крыла, устанавливаются воздушные винты, вооружение и полностью заканчиваются сборка и отделка самолета. Бомбардировщики сходят с линии окончательной

сборки вполне готовыми для летных испытаний. Одним из важнейших преимуществ производственной техники Форда, в сравнении с общепринятыми методами, является применение усовершенствованных сборочных стеллажей, отличающихся надежностью, удобством эксплуатации и быстрой



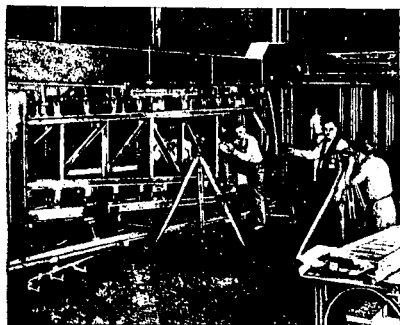
Фиг. 123. Самолет в конце основной линии сборки (видны две из четырех линий сборки)



Фиг. 124. Сварной стеллаж для сборки крыла. Хорошо видны откидные пластинчатые кондукторы для сверления отверстий в полках донжеров. В левом нижнем углу видна одна пластинчатая кондуктор в рабочем положении — прижатая к полке донжера. Остальные пластинки откинуты и висят в нерабочем положении

регулировкой базовых точек и зажимных приспособлений. На фиг. 124 показан один из таких стеллажей для сборки консоли крыла.

<sup>1</sup> The Willow-Run Bomber Plant Machinery, v. XLIX, № 6, 1943.



Фиг. 125. Проверка фиксаторных точек в ступеле для сборки консолей крыла при помощи эталонов и инвентира

На фиг. 125 показана проверка фиксаторных точек такого ступеля при помощи эталона и инвентира. Ступели для сборки консолей и центроплана имеют подвижную верхнюю балку. Когда работа в ступеле закончена, эта балка (фиг. 126) откатывается в сторону по укрепленным на массивных концевых стойках рельсам для того, чтобы можно было поднять из ступеля подъемным краном собранный агрегат.

Конструкция этих ступелей хорошо видна на фиг. 127, где справа показан ступель в момент закладки в него лонжеронов с верхней балкой, сдвинутой в сторону для облегчения закладки, а слева — другой ступель с балкой, закрепленной в рабочем положении. Когда нужно вынуть из ступеля собранный отсек крыла, плита, фиксирующая торец лонжерона, отодвигается при помощи маховиков, видимых с торца приспособления.

Ступели для сборки различных агрегатов самолета расположены группами. Ряды ступелей для правых и левых агрегатов расположены параллельно друг другу.

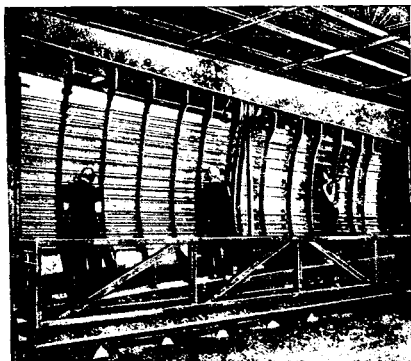
Стрингеры и обшивка центроплана собираются в массивных ступелях с неподвижно укрепленной верхней балкой, так как эти панели могут быть легко сняты со ступелей вперед. Эти ступели оборудованы подъемными платформами (фиг. 128). Платформы поднимаются и опускаются при помощи индивидуальных моторов, установленных на концевых стойках ступеля. С помощью этих подъемных платформ рабочие, занятые сборкой, могут быть легко подняты на нужную для работы высоту. Характерной чертой таких подъемников является их безопасность: с них сборщик не упадет даже при самых неосторожных движениях. На фиг. 128 видно, что стрингеры фиксируются с помощью ряда рублильников с прорезами. Снимок

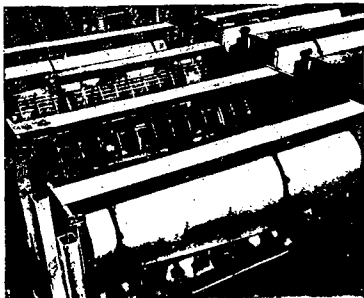
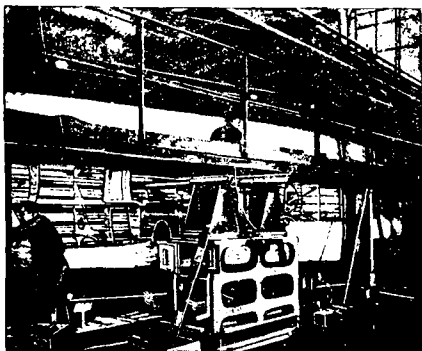


Фиг. 126. Ступели для сборки консолей крыла и центропланов имеют подвижную верхнюю балку, которая сдвигается в сторону перед подъемом из ступеля готовых агрегатов

Фиг. 127 (слева внизу). Вид с торца на ступели для сборки консолей крыла. В правый ступель закладываются лонжероны. Верхняя балка сдвинута в сторону. На левом ступеле балка зафиксирована в положении сборки

Фиг. 128 (справа внизу). Ступель для сборки стрингеров и обшивки центроплана, оборудованный подъемной платформой для сборщиков





Фиг. 129 (слева сверху). Станель для сборки центроплана. На переднем плане одно из приспособлений, обеспечивающих точное расположение дополнительных лонжеронов

Фиг. 130 (справа сверху). Станели для сборки панелей отсеков фюзеляжей с неподвижно укрепленными верхними балками. Каждый станель имеет подъемные платформы для сборки

сделан, когда сборка практически закончена — обшивка уже приклепана к стрингерам.

Огромные станели для сборки центроплана (фиг. 129) снабжены для удобства работы стационарной площадкой, укрепленной на каркасе станели. Точное расположение дополнительных лонжеронов по отношению к другим важным частям этого агрегата обеспечивается двумя установочными приспособлениями, расположенным по сторонам станели.

На переднем плане фиг. 129 показана левая сторона приспособления. Оно снабжено тремя вертикальными зажимами на концах длинных горизонтальных стержней, которые фиксируют положение вспомогательных лонжеронов, проходя через узлы шасси, установленные на этих лонжеронах. В станеле к лонжеронам и нервюрам приклепываются панели из заранее собранных стрингеров и обшивки. Как и в станелях для сборки консолей, верхняя балка откатывается по рельсам, позволяя вынимать из станели готовый агрегат. Между стойками станели имеются плиты, которые передвигаются в продольном направлении для удобства загрузки и разгрузки станели.

Станели с подъемными рабочими платформами, с закрепленными неподвижно верхними балками, подобные тем, которые применяются для сборки панелей центроплана, используются и для сборки крупных панелей фюзеляжа.

На переднем плане фиг. 130 изображены станели для сборки правых панелей отсека фюзеляжа; на заднем плане этого рисунка видны станели для сборки левых панелей.

Полукольца — хомуты, которые видны на переднем плане, охватывают панель фюзеляжа, облегчают транспортировку собранной панели подъемным краном из станели на линию сборки фюзеляжа и служат для соединения панелей при сборке. Несколько собранных отсеков фюзеляжа показано на фиг. 131.

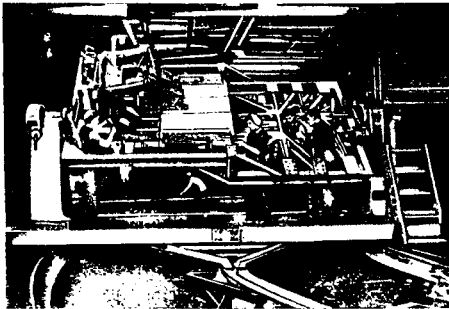
Для облегчения сборки ряда агрегатов, как например, фонаря, кабины летчика и бомбардира, сконструированы поворотные станели. Приспособления такого типа показаны на фиг. 132. Эти



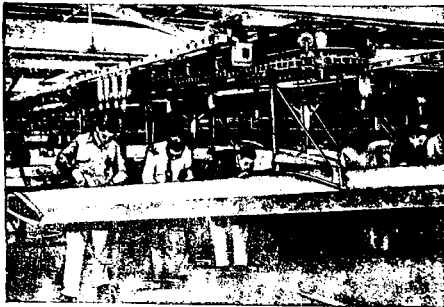
Фиг. 131 (справа в середине). Отсеки фюзеляжей, собранные из панелей, готовы для транспортировки на главную линию сборки

Фиг. 132 (справа внизу). Поворотные станели для сборки фонаря кабины бомбардира. Такие же станели применяются для сборки фонаря кабины пилота





Фиг. 133. Большие поворотные ступени на рельсовом конвейере для сборки полов кабины пилота и радиста. Один из примеров применения методов автомобильного производства в самолетостроении



Фиг. 134. Окончательная сборка консолей крыла в горизонтальном положении на цепном конвейере

ступени обеспечивают удобство подхода к любой точке собираемого агрегата.

Принцип конвейера применен на сборке полов кабины пилота и радиста при помощи 30 поворотных ступеней, установленных на тележках. Тележки передвигаются с интервалами в 5 м по рельсовому пути, имеющему форму овала шириной около 15 м. Внутри овала расположен склад деталей, идущих на сборку. Один поворотный ступень этой „карусели“ изображен на фиг. 133.

Полы кабины пилота и радиста полностью собираются за время полного оборота сборочного ступеня по овалу конвейера.

После того как консоли крыльев вынуты из сборочных ступеней, они подвешиваются на конвейеры, которые передвигают их в горизонтальном положении (фиг. 134). За время передвижения крыла по конвейеру на него устанавливают мелкие узлы и детали.

Центропланы также передвигаются с помощью конвейеров. Значительные длина и вес центро-



Фиг. 135. Вид линии сборки центроплана с мезонины, на котором находится ленточный конвейер, подающий в экспедицию центропланы для других самолетосборочных заводов

планов вызвали необходимость поддерживать их по концам, для чего имеются тележки, перемещающиеся по направляющим двутаврового сечения.

Конвейер центропланов показан на фиг. 135. По достижении конца конвейера центропланы направляются по двум путям: предназначенные для сборки на своем заводе передвигаются к началу линии окончательной сборки, а предназначенные для отправки на другие заводы подаются в экспедицию.

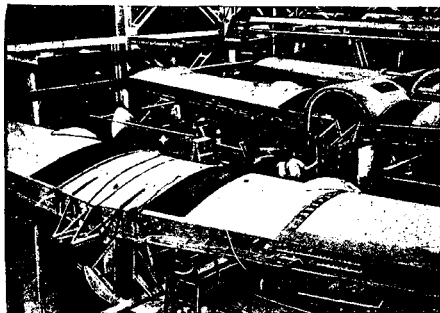
Начало одной из основных линий сборки показано на фиг. 136. На переднем плане этого рисунка виден центроплан в таком состоянии, в каком он сошел с конвейера сборки центроплана. К следующему центроплану уже присоединены части фюзеляжа. На рисунке видно, как центропланы опираются на тележки, при помощи которых передвигаются от стенда к стенду.

Различные детали и узлы, идущие на сборку, подаются к стендам ленточным конвейером, расположенным параллельно потоку между двумя линиями сборки. Этот ленточный конвейер подает нужные детали из других цехов и складов. С помощью подъемных кранов агрегаты с таких конвейеров передаются на главные сборочные конвейеры.

Законченный хвостовой отсек фюзеляжа при помощи крана опускается с галереи на специальную подставку, которая удерживает его на высоте, необходимой для прикрепления к центроплану. Стенды оборудованы высокими платформами, облегчающими сборку.

После того как на самолетах устанавливают шасси, они уже на собственных колесах перекатываются от одного стенда к другому, увлекаясь цепью конвейера, движущейся под полом. По установке самолета на шасси тележки из-под концов центроплана возвращаются к началу конвейера.

Как только бомбардировщики достигают конца сборочных конвейеров, они передаются на линию окончательной сборки. Для этой линии используется почти вся ширина пролета здания, так как



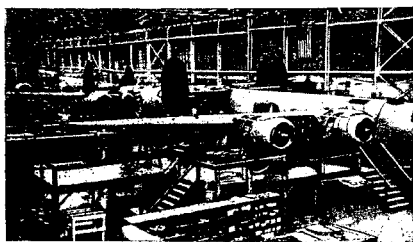
Фиг. 136. Начало одной из четырех главных линий сборки

размах собранных крыльев превышает 30 м. Здесь самолеты периодически (прерывно) движутся от одного рабочего стенда окончательной сборки к другому при помощи конвейерной цепи, смонтированной на полу. Часть платформ сборочных стендов опускается, позволяя передвигать самолеты к следующим стендам. На фиг. 137 показан сборочный стенд, предшествующий операциям по установке вооружения.

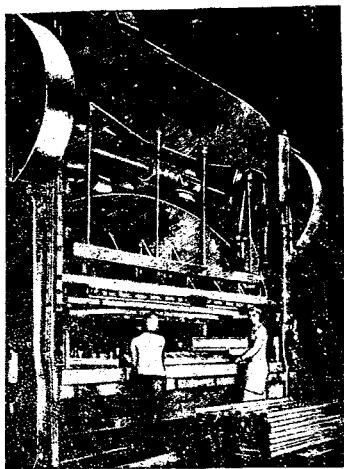
Линии окончательной сборки обслуживаются мостовыми кранами, которые перекрывают всю ширину пролета, превышающую 45 м.

В обрабатывающих цехах также имеется много интересных и эффективных новинок. В штамповочном цехе завода, например, применяются исключительно стальные матрицы и пуансоны. Высокая стоимость их (по сравнению со штампами из цинкового сплава) окупается большим количеством деталей, изготавливаемых каждым штампом. В цехе установлены длинные ряды прессов мощностью от 10 до 1000 т. Здесь имеется пресс „Кливленд“ с подштамповой плитой длиной около 5,3 м для штамповки длинных деталей или для одновременной обработки ряда коротких деталей (фиг. 138). Газосветные лампочки, установленные в стойках этого пресса, обеспечивают хорошее освещение поверхностей пуансонов и матриц.

Около двадцати мощных прессов установлено на отлитом из стали основании (высотой около 5 м), уложенном в углублении бетонного фундамента так, что прессы стоят на уровне пола цеха. Это устройство, изобретенное инженерами Форда на основе длительной эксплуатации мощного оборудования на заводе в Ривер-Рудже, облегчает установку прессов и сокращает на 75% стоимость передвижения или перегруппировки их. Среди этих прессов имеются четыре 1000-тонных гидравлических прессы: два прессы тройного действия Лейк-Ири и два прессы двойного действия НРМ, специально изготовленных по техническим условиям Форда. Это первые прессы такого типа, у которых гидравлическое оборудование помещается под станией, а не в верхней части прессы.



Фиг. 137. Сборочный стенд, который предшествует установке вооружения



Фиг. 138. Один из мощных прессов, оборудованный специальным освещением поверхностей пуансонов и матриц

Такая конструкция и установка прессы облегчает смену штампов и, кроме того, что еще более важно, позволяет обслуживать гидравлические агрегаты, менять масло и т. д., не мешая работе прессы или соседних прессов и без применения подъемного крана.

Вытяжной пресс Лейк-Ири мощностью 1000 т тройного действия показан на фиг. 139. Этот пресс оснащен для штамповки обтекателей мотогондол. Штамп снабжен держателем заготовки с прижимом, который обеспечивает закрепление листа во время опускания пуансона.

На фиг. 140 изображен один из прессов типа НРМ, применяемый для штамповки панелей тоже при помощи штампа с прижимом. Отштампованные детали подвешиваются на подвижной конвейер, который проносит их через промывочную машину.

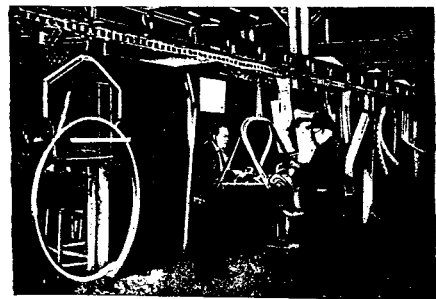
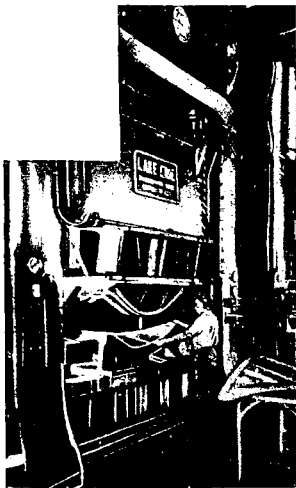


Фиг. 139 (слева сверху). Пресс Лейк-Ири, оснащенный стальным штампом для вытяжки обтекателя gondola

Фиг. 140 (справа сверху). Пресс НРМ двойного действия мощностью в 300 л, оснащенный для штамповки панелей

Фиг. 141 (слева в середине). Печь непрерывного действия для термообработки деталей снабжена конвейером. Рабочий загружает специальный стеллаж, который, передвигаясь на роликах по направляющей, несет детали через печь к охлаждающей ванне. Показанные на рисунке стержни могут быть установлены горизонтально, чтобы служить полками для мелких деталей

Фиг. 142 (слева внизу). Подвесной конвейер для подачи различных деталей из производственных цехов и складов на сборку



После промывки детали направляются для термической обработки (фиг. 141).

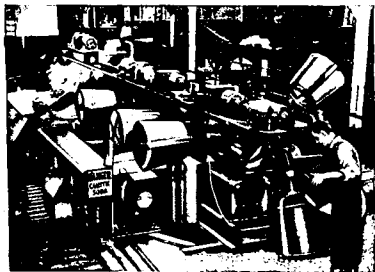
По выходе деталей из печи они автоматически подаются на закалку в большой бак. Загруженные деталями стеллажи автоматически поднимаются и опускаются при помощи подъемников, устроенных на концах печи.

Некоторые детали из алюминиевых сплавов для задержки старения помещаются в холодильники с температурой минус 29°С. Некоторые из этих холодильных установок настолько велики, что рабочий может входить внутрь камеры.

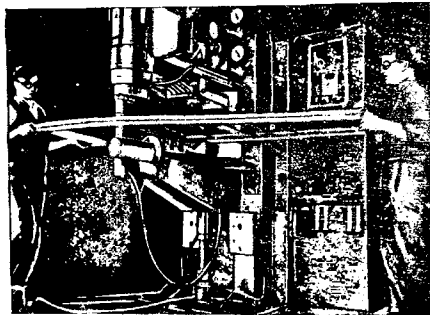
После промывки, термической обработки, охлаждения и т. д. детали подвешиваются на конвейер (фиг. 142), подающий их на сборку. Благодаря применению конвейера проходы почти целиком свободны от вагонеток и детали передаются в нужные пункты очень быстро.

Для производства ежедневно требуется несколько миллионов заклепок размером от 3 до 10 мм. Заклепки изготовляет целая батарея автоматических прессов типа „Ней шинэл“ для холодной высадки. Все заклепки и другие мелкие детали подвергаются антикоррозийной обработке процессом Альтрок при помощи автоматически работающей установки (фиг. 143). Детали в большом количестве загружаются в специальные барабаны, помещенные на головной части установки и хорошо видимые на переднем плане фиг. 143. Отсюда загруженные барабаны последовательно проходят через несколько ванн, после чего автоматически разгружаются в желоб, расположенный по правую сторону от места загрузки.

Так как теперь точечная сварка в производстве самолетов применяется в более широком масштабе, чем раньше, сварочный цех на этом заводе весьма обширен. Одной из самых интерес-



Фиг. 143. Установка для антикоррозийной обработки заклепок и других мелких деталей Аляркопроцессом

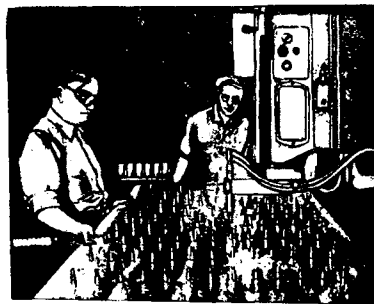


Фиг. 144. Сварка нервюры из дуралюминовых деталей на сварочной машине высокой мощности

ных новинок здесь является машина Снякки для точечной сварки алюминиевых сплавов, показанная на фиг. 144. Эта машина показана во время сварки нервюры из двух листов алюминиевого сплава толщиной в 4 мм. Средняя прочность точки на срез равна около 1500 кг, хотя можно получить точки с прочностью на срез более 1800 кг. Точки имеют примерно 14 мм в диаметре. Давление электродов во время сварочного процесса достигает 6000 кг. Верхний электрод передвигается вверх и вниз пневматически.

Обшивка створок бомболокбов приваривается к гофрированным листам на сварочной машине Тейлор-Уинфильд „Nu Verb“ (фиг. 145).

Перед сваркой обшивка предварительно прикрепляется к гофрированным листам при помощи фиксаторов. Во время сварки подсобный рабочий снимает эти фиксаторы. На каждой створке делается более 1300 сварочных точек. Сварочные машины соединены с агрегатами, которые охлаждают электроды во время интенсивной работы.



Фиг. 145. Обшивка створок бомболокбов приваривается к гофру точечной сваркой

## ПРОИЗВОДСТВО БОМБАДИРОВЩИКОВ «ЛИБЕРЕЙТОР» ФИРМОЙ ФОРД<sup>1</sup>

Ч. С. РИККЕР

Для того, чтобы рассказать о всех интересных подробностях производственного процесса на таком огромном заводе, где длина линии сборки от сборки первых узлов крыла до выхода самолета на аэродром составляет почти 1,5 км, где длина механического цеха около 400 м, а ширина пролета для сборки самолетов около 50 м при высоте 10 м, необходимо написать целую книгу.

В короткой же статье можно осветить лишь принципы, которыми руководствовались при разработке плана завода, и специальные производ-

ственные процессы, единственные в своем роде, применяемые на этом заводе Форда.

Завод в Уиллоу Ран можно разделить на три различных производства. В первом материалы превращаются в законченные детали, пригодные для сборки узлов. Во втором детали собираются в узлы. В третьем комбинации узлов собираются в законченные агрегаты.

Последний является линией, на которой собираются бомбардировщики Форда. Первые два производства поставляют детали для третьего, а также узлы и агрегаты для других заводов, собирающих такие же самолеты.

<sup>1</sup> „Liberators“ by Ford — Aviation, July 1943.

Площадь завода распределяется приблизительно следующим образом:

Цехи изготовления деталей . . . . .	19,0%
Сборка деталей в узлы . . . . .	18,7%
Сборка фюзеляжа и крыла . . . . .	19,2%
Линия окончательной сборки самолета . . . . .	22,9%
Осмотр и экспедиция . . . . .	8,5%
Вспомогательные цехи и склады . . . . .	11,7%

Таким образом, каждый из главных отделов занимает приблизительно одну пятую всей площади пола. При планировке завода придерживались производственных принципов Форда: все материалы поступают с одного конца здания, а законченная продукция выходит в другом конце. Было допущено лишь одно исключение из этого правила: оборудование, поставляемое правительством, например, моторы, винты, приборы и вооружение, хранится на складах, размещенных в цехе.

Материалы в форме листов, прутков, проволоки, поковки, а также детали и полуфабрикаты доставляются на завод на автомашинах или по железной дороге.

Примечный отдел помещается рядом с разгрузочной платформой. На заводе имеются специальный цех для раскроя листового металла и цех для производства заклепок.

Заклепочный цех выпускает ежедневно несколько миллионов заклепок более 550 различных типоразмеров<sup>1</sup>.

Все заклепки, за исключением сделанных из чистого алюминия, после изготовления подвергаются термообработке. Заклепки из алюминиевого сплава 24 ST обезжириваются, обрабатываются травлением (что сообщает им черный цвет) и поступают на склад, где хранятся до тех пор, пока в них не встретится надобность. По получении со склада их подвергают термообработке и сушке в центробежной сушильной печи, затем хранят при низкой температуре (около  $-30^{\circ}\text{C}$ ). Заклепки из этого материала составляют около 20% из 320 кг заклепок, предусмотренных в конструкции самолета. Охлажденные заклепки упаковывают в жестяные коробки или мешки из целлофана, снабжают соответствующей маркировкой и затем распределяют по холодильным ящикам, удобно расположенным вдоль линий сборки.

Заклепки из алюминиевого сплава A17S сначала обезжиривают, затем подвергают термообработке и, наконец, травят. Они не стареют после термообработки и могут быть использованы в любое время.

Обработка листового металла представляет типичный пример фордовской техники. Весь материал с разгрузочной платформы поступает на ножницы и в штамповочный цех. Длительность обработки материала для получения готового изделия сокращена до минимума. В настоящее время листовый материал, упакованный в папиросную бумагу, прибывает на завод в специальной таре. Эта тара имеет боковые крышки для предохранения материала при перевозке, прикрепленные

съемными металлическими полосами. Такая тара устраняет необходимость в расковке ящиков, так как листы легко вынимаются из тары. Раньше дуралюминовые листы поступали на завод в фанерных ящиках. При этом требовалось много времени и места на расковку, причем листы часто царапали или как-либо повреждались.

Новая тара облегчает упаковку, перевозку и расковку материала.

В цехе листового металла разработан подробный план, которым предусмотрены получение максимального числа деталей и минимальная потеря материала при раскрое листов.

Вырубные штампы сделаны таким образом, что полосы можно пропускать в любом направлении, а расположение упоров позволяет производить вырубку из неиспользованных частей листа. Благодаря такому предварительному планированию в некоторых случаях отходы металла составляют всего около 10%. Склады штампов расположены вблизи раскройного и штамповочного цехов.

Отливки, поковки и другие части, обрабатываемые на станках, направляются из примечного отдела непосредственно в механический цех. Во всем производственном отделе нет обратного потока деталей. Как только деталям придается законченная форма, они поступают на подвесной конвейер, почти в мило длину, который несет их, распределяя по цехам-потребителям. Этот конвейер, проходя по всей длине заготовительного цеха, доставляет материалы, а возвращаясь с противоположной стороны, захватывает законченные детали. Конвейер с деталями проходит через цех покрытий в цех предварительной сборки. Цех покрытий мелких деталей имеет собственную внутреннюю конвейерную систему.

Некоторые процессы, применяемые в заготовительном цехе, являются новыми в самолетостроении, но они применялись ранее при изготовлении автомобилей.

При изготовлении деталей шпангоутов и других сложных деталей совершенно не применяются падающие молоты или гидравлические прессы с резиновыми подушками. За малым исключением, все изделия — штампованные или формованные, изготавливаются на больших прессах, одинарного или двойного действия, большей частью с воздушными прижимными подушками. Для изготовления всех вырубных и пробивных штампов и небольших гибочных штампов применена сталь. Большие вытяжные штампы изготовлены из сталитового чугуна. Поэтому детали принимают точные формы за один ход прессы. Пригодна деталь на линии сборки не допускается, исключая те случаи, когда необходимо внести срочные изменения до исправления штампов. Единственное исключение представляет стенка лонжерона, которая слишком длинна для изготовления ее на имеющихся в распоряжении завода прессах. Эта деталь обрабатывается на фасонно-фрезерном станке «Онсруд», передвигающемся по рельсам, причем имеется пара шаблонов, так что одну заготовку можно устанавливать, пока обрабатывается другая. Столы расположены по обе стороны рельс, несущих станок.

Большая часть штампованных деталей подвер-

<sup>1</sup> Эта цифра весьма показательна для современных американских заводов, так как площадь складов характеризует в известной степени длительность производственного цикла. *Прим. ред.*

<sup>2</sup> Такое количество типоразмеров заклепок в конструкции одного самолета не делает части его конструкциям. *Прим. ред.*

гается термообработке. Детали обрабатываются не в таком большом ассортименте, чтобы требовалось сменить штампы за то время, пока детали подвергаются термообработке, и после закалки детали снова штамную для исправления деформаций. Листы материала после закалки проходят ролики Фарихама для правки. В заготовительном цехе имеется огромная камера с сухим льдом, в которую помещают детали для замедления старения.

Для облегчения термообработки разработана печь непрерывного действия, снабженная конвейерной системой (фиг. 141). На конвейере подвешены кронштейны с площадками. Через правильные промежутки времени один кронштейн входит в печь с одного ее конца, в то время как другой кронштейн на другом конце сбрасывает детали в охлаждающую жидкость. Для экономии места печь помещена наверху и каждый кронштейн поднимается, прежде чем войти в печь. Перед выпуском из штамповочного цеха детали проверяют и затем с помощью подвешенного конвейера экспедируют по цехам.

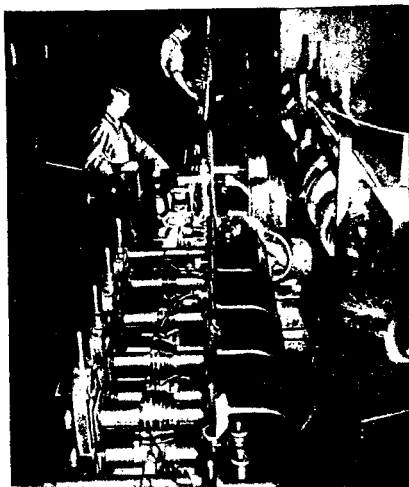
Все стрингеры и гнутые детали изготавливают в специальном цехе, снабженном прокатными станками. Было установлено, что при прокатывании профилей можно получить углы с меньшим радиусом, чем при волочении, и таким образом получить более жесткие профили. Кроме того, можно пользоваться одним набором роликов для прокатки профилей из материала различных толщин. Это экономит время на установку и снижает число требующихся роликов. Автоматические ножницы, которые перемещаются вместе с материалом, разрезают каждый профиль на отрезки соответствующей длины, по мере его обработки (фиг. 146). Весь прокат изготавливается из отожженного материала и подвергается термообработке в двух камерах, одна из которых служит для нагревания деталей перед закалкой, а вторая снабжена охлаждающей ванной. После закалки стрингеры деформируются и для их правки применяются сконструированные на заводе специальные машины, которые растягивают профили с усилием в 35 т при удлинении приблизительно в 3,5% и, таким образом, правят детали.

Пробивание направляющих отверстий в стрингерах и других прямых деталях производится с помощью скоб, устанавливаемых на гибочные прессы Цинцинати и Бэтс. Эти прессы установлены в ряд и соединены таким образом, что обеспечивают точное пробивание отверстия в стрингерах длиной более 5,5 м.

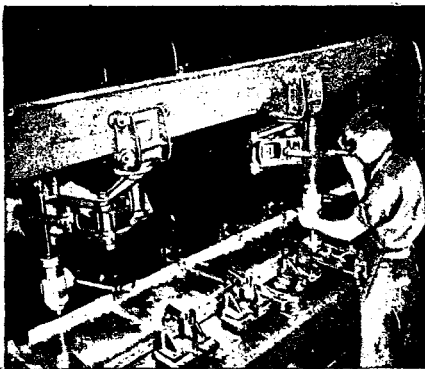
При сборке створок бомболока обшивка приваривается точечной сваркой. Повсюду на заводе применяется химическое травление деталей, соединяемых контактной сваркой. Автоматические сварочные машины Тейлор-Уинфилд ставят до 45 сварочных точек в минуту, причем расстояния между точками выдерживаются автоматически.

Все трубопроводы для гидравлических систем изготавливаются в одном цехе, оборудованном всеми видами гибочных приспособлений. В настоящее время все больше трубопроводов изготавливается с помощью коприных блоков с заполнением труб церробендом.

Характерной для применяемых на этом заводе



Фиг. 146. Применение прокатных станков Иодера для обработки профилей представляет собой один из примеров перенесения фордовской техники в авиационную промышленность. Следует обратить внимание на автоматические ножницы, которые разрезают профили, причем лента не останавливается



Фиг. 147. Типовое приспособление для сверления лонжерона. Радиальный суппорт дает возможность сверлить лонжероны в любом месте и обеспечивает сверление под прямым углом

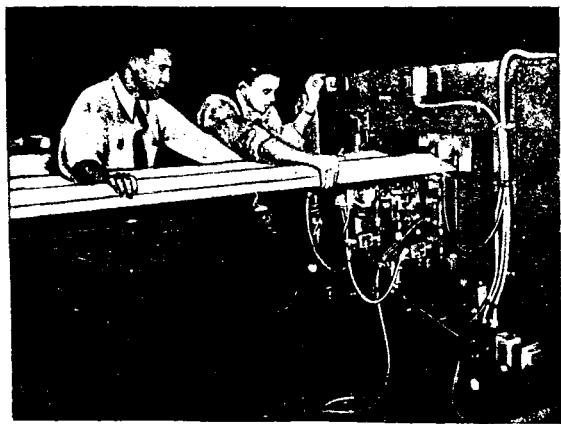
новых методов производства является новая линия сборки лонжерона. Отверстия для заклепок сверлятся обычными методами (фиг. 147), но операция клепки хорошо характеризует методы, принятые на заводе. На одном конце роликового конвейера устанавливается несклепанный лонжерон, а с другого конца конвейера лонжерон выходит готовым для установки на самолет. Ролики регу-



Фиг. 148. Детали лонжеронов, поступающие с одного конца линии, выходят в виде готовых лонжеронов. Женщины устанавливают детали и заклепки; рабочий под лонжероном следит за установкой поддержки. Следует обратить внимание на ролики, которые служат для передвижения лонжерона. Для регулировки в вертикальной плоскости ролики легко скользят в сторону, допуская быструю и легкую установку лонжерона на уровне головок клепающего пресса

лируются по высоте и устроены так, что они могут очень легко перемещаться в боковом направлении, что позволяет клепальщикам устанавливать лонжерон точно в соответствии с клепальной головкой пресса, как показано на фиг. 148.

В промежутках между клепальными стендами работники устанавливают поддерживающие элементы, раззенковывают отверстия для заклепок и устанавливают заклепки. Лонжерон не снимается с линии до тех пор, пока не будет окончательно собран. Когда отверстия в лонжероне просвер-



Фиг. 149. Машина для клепки лонжеронов, одновременно расклепывающая 9—11 заклепок. Процесс протекает автоматически, и рабочему приходится только снимать фиксаторы по мере продвижения изделия

лены и раззенкованы и установлены все детали, он готов для установки на автоматическую клепающую машину, показанную на фиг. 149. Машина имеет две клепальные головки: одну неподвижную, а другую регулируемую, которая отходит в сторону по мере увеличения ширины лонжерона. Эта машина применяется для клепки правого и левого переднего и заднего лонжеронов. Одновременно расклепывается от 9 до 11 заклепок, что дает очень большую экономию времени по сравнению со старым методом клепки. Из клепающей машины лонжероны переходят на линии сборки. В конце каждой линии к законченному лонжерону в специальном приспособлении приклепываются литые кронштейны. На конце приспособления установлена фрезерная головка для обработки узлов.

В отделе сборки, который имеет в длину около 1 км, имеются три цеха приблизительно одинаковой ширины. Один из них предназначен для сборки крупных узлов, во втором — среднем — цехе собирают центропланы, а в третьем — другие агрегаты. Собранные узлы из первого цеха подаются в поперечном направлении в эти два цеха сборки агрегатов, приблизительно к тем стендам, где они требуются. В цехах сборки поток агрегатов и узлов направлен вперед, в направлении окончательной сборки. Из цеха сборки узлов в цехи сборки агрегатов поступают такие узлы, как лонжероны крыла, нервюры центроплана, передние секции крыльев, части фюзеляжа, нижние панели фюзеляжа, пол кабины летчика, закрылки центроплана, задние кромки, стабилизаторы, хвостовое оперение, элероны и т. п. Каждый из этих узлов более или менее закончен. Метод сборки их обычный, исключая пол кабины летчика, для сборки которого применяется конвейер «карусельного» типа.

Цехи сборки агрегатов разделены по длине на четыре части. В первой четверти производится сборка крыльев. Во второй четверти два параллельных потока центропланов проходят по пеху, захватывая все более мелкие части, из которых собираются эти основные агрегаты бомбардировщиков. В следующих пролетах производится сборка передней и задней секций фюзеляжа и хвостовых обтекателей. Передняя секция фюзеляжа разделена на шесть частей: переднюю и заднюю верхние панели, две боковых и нижнюю панель и пол кабины летчика. Боковые панели не соединяются с полом или верхней и нижней панелями до полной установки оборудования. Установка сложного оборудования производится значительно быстрее, пока не поставлены боковые панели.

По середине завода проходит широкий поперечный коридор, называемый передаточным пролетом. Вверху пролета на высоте 7,5 м устроена галлерея, на которой имеются два поворотных круга и большой планочный транспортер. Эта галлерея проходит поперек двух сборочных пролетов. На нее поступают все агрегаты, кроме центроплана. С передаточной галлереи передняя и задняя секции фюзеляжа передаются для соединения с центропланом на линиях окончательной сборки. Две линии окончательной сборки начинаются от этой передаточной галлереи. Агрегаты, предназначенные к отправке на другие сборочные заводы, складываются на галлерею и грузятся на огромные прицепные платформы. На двух таких платформах можно перевезти на любой другой завод все агрегаты для сборки полного шасси (за исключением моторов).

В третьей четверти завода, где производится окончательная сборка бомбардировщиков „Либерейтор“, движутся четыре параллельные линии центроплана. Первые стадии сборки заключаются в том, что центроплан устанавливается на двухколесные тележки и прикрепляется к этим тележкам за стыковые узлы. Колеса тележек катятся по рельсам, и центроплан перемещается (фиг. 150) приблизительно на той высоте, на которой он установлен на самолете— около 3 м. Центроплан поддерживается в положении горизонтального полета или под углом 3°. После присоединения передней и задней секций фюзеляжа и шасси, тележки снимаются и откатываются к началу конвейера, а самолет перемещается далее на своем шасси.

Между каждой парой линий окончательной сборки параллельно им в выступе галлереи установлен конвейер, подающий к линии сборки моторы и передние и задние секции фюзеляжей. На стендах, где производится их установка, специальный мостовой кран захватывает соответствующую секцию фюзеляжа, передает ее направо или налево и опускает на установочную тележку. На этих тележках секция устанавливается на уровне центроплана, к которому она должна быть присоединена, и затем перемещается в установочное положение. Моторы поддерживаются специальными подъемниками, в то время как устанавливаются четыре установочных болта и заворачиваются гайки.

Для установки панелей крыла необходимо перейти с двух параллельных линий в каждом пролете на одну. Таким образом, получается только две линии окончательной сборки. При помощи планочных конвейеров полузаключенные самолеты передаются с любой из линий в центральную часть пролета окончательной сборки.

Далее линии поворачивают под прямым углом и выходят на участок предполетной подготовки линии окончательной сборки. На этой L-образной



Фиг. 150. Сборка центроплана на этой линии производится при перемещении его от стенда к стенду по конвейеру

бомбардиров-

линии находится помещение для окончательного осмотра, окончательной окраски и осмотра военным представителем. Перед самым выходом из здания имеется снабженное тяжелыми огнеупорными дверями помещение, в котором самолет заправляется горючим. Затем через широкие ворота ангара на конце линии самолет выходит на открытую площадку перед ангаром для летных испытаний.

На повороте линии сборки имеются четыре поворотных круга. На этих кругах самолеты поворачивают на четверть оборота и устанавливаются точно в направлении линии предполетной подготовки. В зависимости от выбора поворотного круга самолеты можно установить на любую из этих линий. В конце линии окончательной сборки имеются широкие ворота, через которые, в случае необходимости, самолеты могут быть выведены непосредственно на площадку перед ангаром.

Рассмотрим кратко методы, применяемые при сборке различных элементов.

Консоль крыла собирается точно таким же способом, как и центроплан. Так как этот агрегат имеет меньшие размеры, то устройство сборочных приспособлений более простое и методы производства несложны.

Имеются два типа приспособлений для сборки крыльев: один для сборки обшивки и стрингеров, а другой для сборки лонжеронов и нервюры и присоединения верхней и нижней панелей обшивки. Эти приспособления выполнены из стали и чугуна и установлены на бетонных фундаментах. Приспособление первого типа поддерживает стрингеры в правильное положение. Поверх этих стрингеров закладывается и при помощи стальных полос надежно удерживается в требуемом положении обшивка в то время, как она просверливается, раззенковывается и прикрепляется к стрингерам. Отверстия для заклепок просверливаются с обратной стороны через заранее пробитые в стрингерах отверстия. С верхней поверхности обшивки консолей и центроплана отверстия раззенковывают, устанавливают заклепки с потайной



Фиг. 151. При сборке консоли крыла сначала устанавливаются стрингеры. Затем вместе с установленной обшивкой сверлят и раззенковывают отверстия и производят клепку. Следует обратить внимание на подъемную платформу, на которой работают четыре клепальщика. На противоположной стороне приспособления имеется такая же платформа



Фиг. 152. В этом приспособлении собирается из трех частей — пола кабины летчика и двух боковых панелей — носовая часть фюзеляжа

головкой и обшивку приклепывают к стрингерам. Вследствие значительной высоты приспособления было бы затруднительно выполнить работу без применения помостов у верхней части и пришлось бы наклоняться у нижнего края. Поэтому приспособления (фиг. 151) подняты высоко над полом, а подъемные платформы, установленные с каждой стороны, могут опускаться настолько, чтобы нижний край находился на уровне, удобном для выполнения работы. Воздушные и электрические отводы удобно расположены на основании приспособления.

У приспособлений для сборки консолей верхняя часть подвижная, передвигающаяся по рельсу. Эта часть по окончании сборки может быть передвинута. При установке консоли один ее лонжерон опирается на основание приспособления, другой лонжерон устанавливается в то время, когда подвижная часть смещена. На каждом конце приспособления имеется убирающаяся концевая плита, к которой во время сборки надежно крепятся

торцы лонжеронов и соединительные профили. Концевые плиты передвигаются ручным штурвалом и устанавливаются при помощи фиксаторов. Во время сборки крыла верхняя подвижная балка также устанавливается в надлежащем положении при помощи фиксаторов.

Нервюры консоли устанавливают в приспособлениях прежде лонжеронов. К верхней и нижней части приспособления укреплены кондукторные планки для сверления лонжеронов в местах присоединения обшивки. На верхних балках четко указаны номера (дистанции) нервюры для предотвращения ошибок при сборке. По установке нервюры нижние панели обшивки прикрепляют зажимами к лонжеронам и нервюрам и просверливают. После того как нижние панели обшивки надлежащим образом пригнаны, их снимают и устанавливают верхние панели.

Панели верхней обшивки ставятся по хорде крыла, а панели нижней обшивки — по размаху. Такое размещение нижней обшивки позволяет собирать ее снизу с нижней поверхности крыла, после того как верхняя обшивка уже установлена на месте. Когда последняя полоса нижней обшивки установлена на место, клепку выполняют через люки.

После того как крыло собрано и при помощи крана снято с приспособления, его кладут в лашинг и укрепляют к подвесному конвейеру, на котором к нему присоединяют элероны, механизмы управления, тросы, концевые обтекатели и переднюю кромку. Особенность этой сборочной линии заключается в том, что крыло поднимается на достаточную высоту и работу можно выполнять с нижней стороны вместо того, чтобы переворачивать крыло.

После того как центроплан снимают с последнего приспособления для клепки, его устанавливают на стендах для очистки и к разъемным плоскостям центроплана приболтают кондукторные плиты для раззенковки болтовых отверстий в соединительных профилях. Эти плиты остаются на центроплане для предохранения профилей от повреждений при установке и при съеме со станка Ингерсолл, на котором обрабатываются все установочные поверхности центроплана. Станок имеет 12 фрезерных головок, которые могут применяться одновременно для порознь. Размеры опорной плиты станка  $23,8 \times 5,5$  м. Таким же образом обрабатывают и соединительные поверхности крыла.

На станке Ингерсолл крыло поддерживается двумя поворотными кронштейнами, установленными на колонках на основании станка. По окончании обработки крыло снимают при помощи подвешенного крана и устанавливают на тележку.

Весьма интересен способ установки передней и задней секций фюзеляжа и центроплана. Носовая секция фюзеляжа состоит из шести панелей, которые окончательно соединяются в двух приспособлениях. В первом приспособлении (фиг. 152, 153 и 154) две боковые панели соединяются с полом кабины летчика. Затем две верхних панели — передняя и задняя — соединяются с боковыми панелями и с уже собранными частями пола.

По окончании сборки эта часть фюзеляжа вы-

нимается из приспособления и опускается на нижнюю панель, которая прежде была помещена во втором приспособлении, схема которого приведена на фиг. 155.

При сборке пяти панелей передней секции фюзеляжа для каждой панели предусмотрено два тяжелых литых Т-образного сечения бандажа, установленных в приспособлении для сборки панели таким образом, что их положение по отношению к законченному агрегату является в высшей степени точным. На каждой панели Т-образные бандажи крепятся болтами к обшивке и к шпангоутам.

Бандажи устанавливаются в сборочных приспособлениях при помощи штифтов, и когда законченная панель снимается с приспособления, они снимаются вместе с ней. Когда панель устанавливается в приспособление для соединения верхней, нижней и боковых панелей, то эти бандажи служат для установки панелей, так что соединение производится легко и точно.

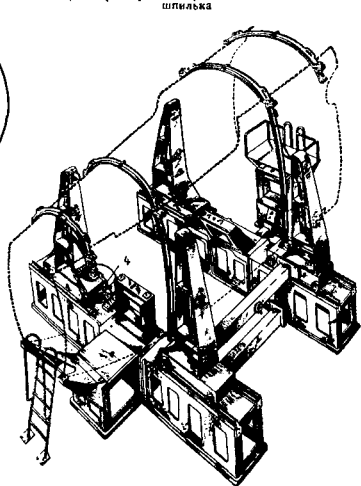
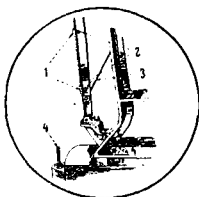
Когда сборка фюзеляжа из панелей закончена, бандажи соединены между собой и охватывают законченный агрегат (фиг. 156). Описанные бандажи обеспечивают не только точную сборку составных частей, но и точную установку фюзеляжа на центроплан на линии окончательной сборки.

Предварительная сборка задней секции фюзеляжа и ее крепление к центроплану выполняются таким же способом. При подъеме собранных секций фюзеляжа специальными подъемниками и при опускании их для соединения с центропланом бандажи служат также в качестве предохранительного приспособления.

Задача соединения секций фюзеляжа с центропланом и точное выравнивание этих двух агрегатов разрешены очень остроумно. Передняя секция фюзеляжа устанавливается на тележке, которая перемещается по рельсам параллельно оси самолета, как показано на фиг. 157. Секция фюзеляжа установлена на тележке при помощи тех же бандажей, которые применялись при ее сборке.

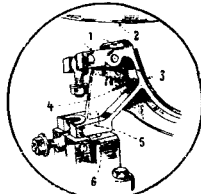
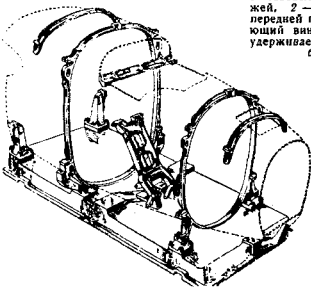
Следующая стадия сборки заключается в установке центроплана по отношению к фюзеляжу. На центроплане имеется восемь установочных точек. К нижней поверхности каждого лонжерона центроплана прикрепляют четыре временных установочных пластины. Эти пластины (фиг. 158) имеют сферические углубления, в которые входят шаровые наконечники фиксаторов домкратов, поддерживающих центроплан. Установленные на массивных стойках, они точно фиксируют положение центроплана по отношению к тележке, несущей секцию фюзеляжа, которая должна быть присоединена.

1—резиновая прокладка, 2—болты, удерживающие панели, 3—распорный стержень, 4—установочная шпилька

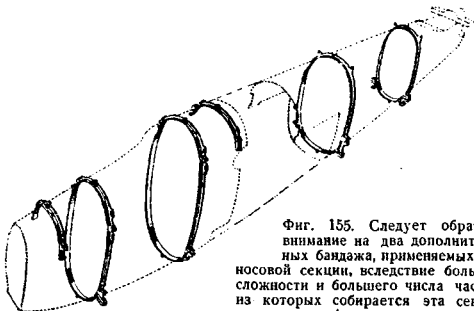


Фиг. 153. Детали приспособления для сборки носовой части фюзеляжа. Следует обратить внимание на приболоченные к панелям фюзеляжа бандажи, которые надежно удерживают панели на месте во время сборки. Боковые части приспособления установлены на роликах, так что панели могут устанавливаться в требуемое положение, которое определяется установочной шпилькой

1—базовые поверхности для боковых бандажей, 2—верхний край обшивки нижней передней панели, 3—резина, 4—удерживающий винт, 5—шпилька в центре основания удерживающей бандаж в правильном положении, 6—базовая поверхность

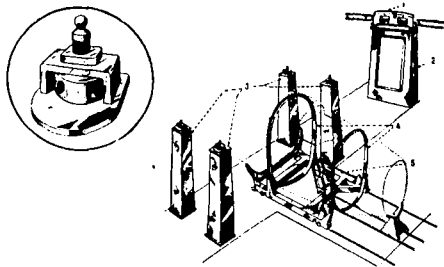


Фиг. 154. Детали приспособления, на котором выполняется сборка носовой части фюзеляжа с нижней панелью. На эскизе показаны детали нижнего бандажа, установленного в приспособлении для сборки

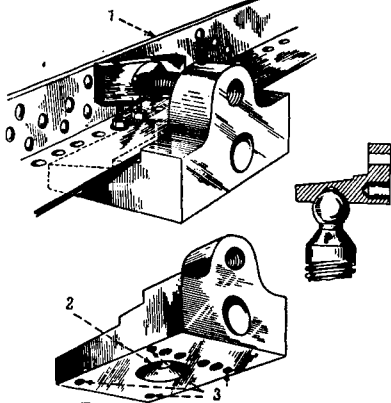


Фиг. 155. Следует обратить внимание на два дополнительных бандажа, примененных для носовой секции, вследствие большей сложности и большего числа частей, из которых собирается эта секция фюзеляжа





1—роликовая тележка, 2—подъемник, 3—четыре опоры, поддерживающие центроплан, 4—бандажи, удерживающие фюзеляж в нужном положении, 5—тележка для установки передней секции фюзеляжа



1—центроплан, 2—опора, устанавливаемая на фиксатор, 3—установочные винты

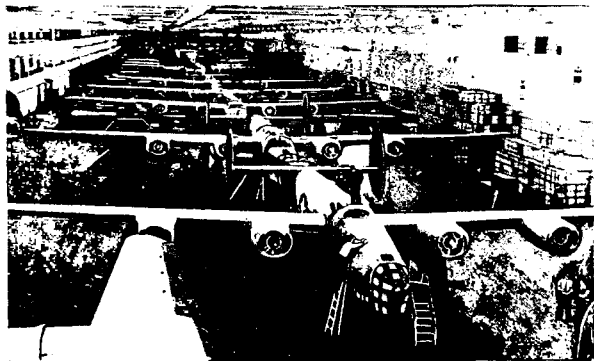
Фиг. 158. Детали конструкции установочной пластины центроплана, в которую входят шаровые опоры фиксаторов на каждой из четырех опор в приспособлении для сборки носовой секции фюзеляжа и центроплана



Фиг. 156 (слева сверху). Сборка центроплана и носовой части фюзеляжа. Центроплан подводится к приспособлению на роликовых тележках, которые опускаются с центропланом на четыре опоры. На эскизе показаны детали конструкции регулируемого фиксатора с шаровой опорой. Тележка для сборки устанавливается на ней бандажами носовой секции фюзеляжа помещается между опорами и движется назад в требуемое положение  
Фиг. 157 (справа сверху). Задняя секция фюзеляжа уже собрана с центропланом, который еще опирается на опоры. Верхние части бандажей фюзеляжа снимаются краном и фюзеляж опирается на нижние части бандажей, стоящие на тележке для сборки бандажей. Болты крепления вынимают и нижние части бандажей удаляют из-под фюзеляжа, когда самолет поднимается из приспособления. После этого задняя тележка откатывается в исходное положение

Для того, чтобы поставить центроплан на фиксаторы, надо его опустить приблизительно на 150 мм. Тележка, поддерживающая фюзеляж, снабжена зубчатой передачей для установочного фюзеляжа в сборочное положение. Установочные прокладки центроплана имеют отверстия, служащие направляющими при сверлении обшивки фюзеляжа. После сборки агрегатов центроплан опять поднимают до уровня линии.

Для предохранения центроплана от опрокидывания после присоединения к нему передней секции фюзеляжа последняя до установки переднего колеса шасси на линии окончательной сборки поддерживается специальной тележкой, движущейся по рельсам. Задняя секция фюзеляжа присоединяется таким же способом, как и передняя.



Фиг. 159. Пролет окончательной сборки завода в Уиллоу Ран имеет 45 м в ширину и около 11 м в высоту. Бомбардировщик «Либерейтор» движется носом вперед на своих колесах

После того как гидравлические домкраты поднимут весь агрегат, главное шасси выпускается, монтируется носовое колесо, и самолет опускается на свои колеса. Здесь кончается конвейер центроплана и начинается передвижение самолета при помощи конвейерной цепи, утопленной в полу цеха.

Моторы, передние кромки и хвостовое оперение устанавливаются после установки шасси. Моторы с капотами, масляными баками, масляными радиаторами и промежуточными охладителями составляют собой целый агрегат. Они собираются на галерее и опускаются краном на стеллаж установки моторов.

В конце этой линии сборки полусобранные самолеты перемещаются на двух поперечных планочных конвейерах. При наличии шасси самолет можно передвинуть в центр линии окончательной сборки с любой линии первоначальной сборки.

Рабочие платформы на стеллажах линии сборки имеют складывающиеся деревянные полы и поручни для того, чтобы самолет можно было пере-

двигать вперед. Конвейер окончательной сборки движется прерывно, т. е. самолеты передвигаются от стеллажа к стеллажу через определенные промежутки времени. Платформы, большая часть которых является стационарными, построены с учетом характера операций, выполняемых на данном стеллаже.

Окрасочные камеры расположены на каждой линии окончательной сборки за поворотными кругами. Для улавливания излишков краски применяются водяные завесы. Кроме того, в камерах осуществлен отсос воздуха через решетки в полу.

После окраски бомбардировщики поступают на участок предполетной подготовки, состоящий из пяти стеллажей (фиг. 159). Здесь устанавливают винты, сиденья, радиоустановки и приборы.

Заправка горючим производится на последнем стеллаже, в специальном помещении. Здесь летный отдел принимает самолет и перекачивает его на площадку перед ангаром. Этот отдел располагает ангаром, в котором можно выполнять необходимые работы независимо от погоды.

## ПРОИЗВОДСТВО ЛЕТАЮЩИХ ЛОДОК „КОРОНАДО“<sup>1</sup>

Э. П. МЕЙЕРС

Для того, чтобы представить затруднения, связанные с массовым производством летающих лодок „Коронадо“, назовем несколько цифр. В конструкции этого самолета применяются более 500 000 заклепок, 200 000 деталей, тысячи метров электрических проводов, сотни метров тросов управления и более 1,5 км трубопроводов. Внутри просторного корпуса лодки находятся помещения для экипажа из 5—8 человек, оборудованные койками, электрической плитой, холодильным шкафом и водопроводом.

В корпусе помещаются вспомогательная моторная установка, дающая электроэнергию, которой хватило бы для освещения жилых домов города с населением в 2500 человек, и отопительная установка, способная поддерживать надлежащую температуру в доме из шести комнат.

При сборке тяжелых самолетов приходится иметь дело с тяжелыми агрегатами. Так, при окончательной сборке самолета „Коронадо“ требуется поднять и точно установить крыло весом в 11 340 кг, тогда как полный вес истребителя Кертисс Р-40 составляет всего лишь 3 080 кг.

Хвостовое оперение самолета „Коронадо“ имеет размах 11,6 м, т. е. на 1,25 м больше размаха крыла истребителя „Эракобра“ Р-39.

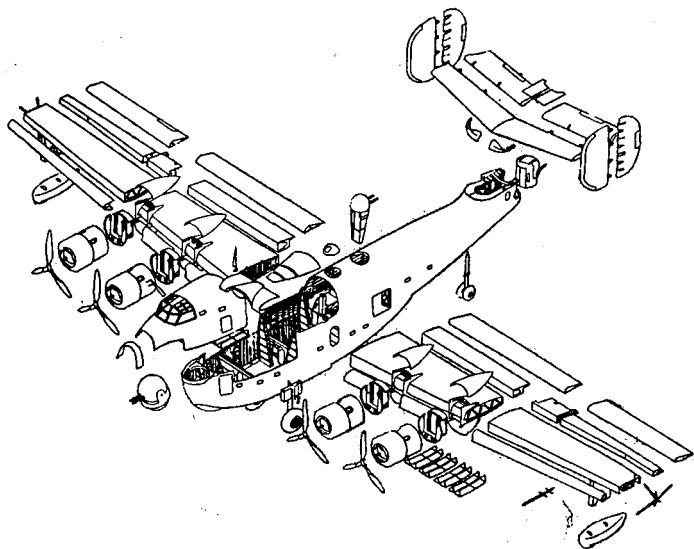
Многие эксперты заявили о невозможности

массового производства тяжелых самолетов. Однако летающие лодки „Коронадо“ давно уже сходят с конвейеров завода Консолидейт-Валти в Сан-Диего в таких количествах, что можно говорить о массовом их производстве.

Размах „Коронадо“ равен 35 м, длина 24,1 м и высота при установке в линию полета 8,4 м. Вес конструкции 17 962 кг. При полной нагрузке и нормальной дальности полета 4 800 км полетный вес равен 33 т. Конструкция самолета „Коронадо“ распадается в основном на двенадцать главных агрегатов и целый ряд более мелких узлов (фиг. 160). Три агрегата — носовая часть лодки, отъемная часть крыла, хвостовое оперение — изготавливаются на заводах-смежниках, остальные девять — на заводе Консолидейт-Валти в Сан-Диего.

Сборка изготовленного заводом-смежником хвостового оперения, представляющая собой сравнительно легкую операцию, выполняется на заводе Консолидейт-Валти. На заводе производится также сборка корпуса лодок с применением конвейера для внепальных работ. В стапелях, а затем на конвейере, собираются панели центроплана; окончательная сборка центропланов с отъемными частями крыльев также ведется на конвейере; изготовленное заводами-смежниками хвостовое оперение собирается на неподвижном стеллаже; окончательная сборка лодок идет на главном конвейере.

<sup>1</sup> Production Problems of the Coronado Flying Boat — Automotive and Aviation Industries, 1943, Sept. I.



Фиг. 160. Разбивка летающей лодки „Коронадо“ на агрегаты и узлы

Все четыре конвейера, применяемые при сборке „Коронадо“, движутся прерывно. На линии окончательной сборки при каждом перемещении конвейера с него сходит законченный самолет. Несмотря на большой вес этих конвейеров, для перемещения их требуется очень небольшая мощ-

ность. Например, конвейер окончательной сборки, вес которого, включая вес самолетов и тележек, составляет около 170 000 кг, легко перемещается одним мотором в 3 л. с., снабженным редуктором. Другие конвейеры перемещаются менее мощными моторами.

Сборка корпуса лодки на стационарных стапелях значительно упрощается вследствие практикуемой предварительной сборки многочисленных узлов в отдельных сборочных приспособлениях. Стапели для сборки корпуса (фиг. 161) имеют для облегчения доступа к любой части корпуса три рабочих площадки. Главные стадии производства корпуса следующие:

1. Установка кия, шпангоутов и водонепроницаемых перегородок.
2. Установка верхних и нижних стрингеров.
3. Приклепывание обшивки.

Со сборочных стапелей поднимают корпус краном и передают на стеллы для гидравлических испытаний. Здесь корпус испытывают, наполняя каждый отсек водой (фиг. 162). После гидравли-



Фиг. 161. Сборка корпусов лодок в стационарных приспособлениях. Бригады рабочих переходят от корпуса к корпусу

ческих испытаний корпус опять поднимается краном и переносится в малярный цех. Окрашенный изнутри и снаружи корпус готов к переходу на линию предварительной сборки для монтажа проводов, системы управления, трубопроводов, вооружения, вспомогательных моторных установок, принадлежностей и оборудования. На этой линии (фиг. 163) пригоняют также к корпусу изготовленную заводами-смежниками носовую часть и соединяют в одно целое электрическую систему, систему управления и трубопроводы. На линии предварительной сборки имеется 20 стенов. На стендах с 1 по 10 выполняются сборочные операции, а на стендах с 11 по 20—монтажные операции, к которым относятся монтаж проводки, испытание ее, установка вооружения, очистка и осмотр. На эту линию поступает водонепроницаемая оболочка лодки, а сходит с линии законченный корпус с полностью установленным оборудованием, вооружением и т. д.

Центральные отсеки крыла собираются в стационарных приспособлениях. Из этих приспособлений центроплан поднимается краном и переносится к началу линии предварительной сборки. На этой линии (фиг. 164) имеется 17 стенов, на которых выполняются установка и монтаж масляных баков, подмоторных рам, деталей конструкции бомбового отсека, обтекателей, трубопроводов, электропроводки, тросов управления и обшивки задних кромок. Один стенд предназначается для окраски.

Изготовление и сборка центропланных отсеков крыльев выполняются на заводе № 2. По окончании этих операций собранный отсек поднимают на специальную тележку и перевозят на линию окончательной сборки крыла, расположенную на заводе № 1.

На линии окончательной сборки крыла (фиг. 165) имеется пять стенов. Здесь производится установка элеронов, антиобледенителей, закрылков, моторов (фиг. 166) и убирающихся крыльевых

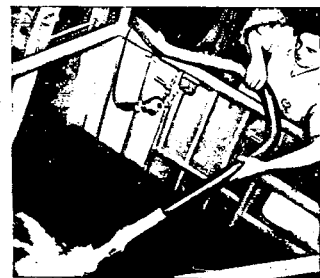


Фиг. 163. Часть линии встепальной сборки корпуса



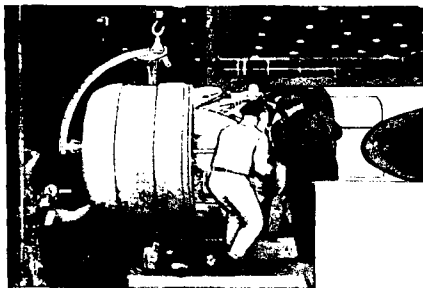
Фиг. 164. Сборка на конвейере центропланов гидросамолета «Коронадо»

Фиг. 162. Вода наливается в отсек корпуса «Коронадо» через трубу диаметром 50 мм. Удаляется вода при помощи насоса. Для наполнения требуется около 15 минут, а для опорожнения — 20 минут. Каждый из шести отсеков лодки испытывается отдельно

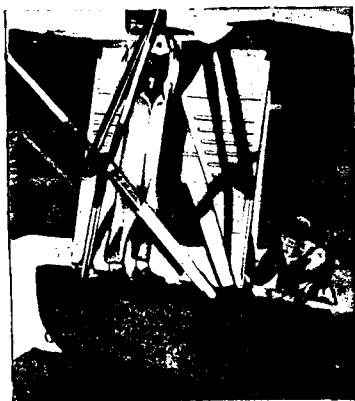


Фиг. 165. Линия сборки крыла. После установки моторов на них крепят капоты и соединяют управление

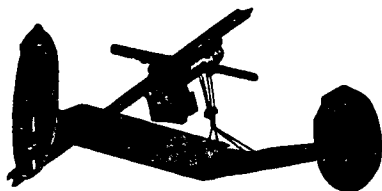




Фиг. 166. Мотор при помощи крана устанавливается на линии окончательной сборки крыла



Фиг. 167. На двух стендах линии сборки крыла имеются бассейны для установки убирающихся подкрыльных поплавков и для проверки механизмов уборки их

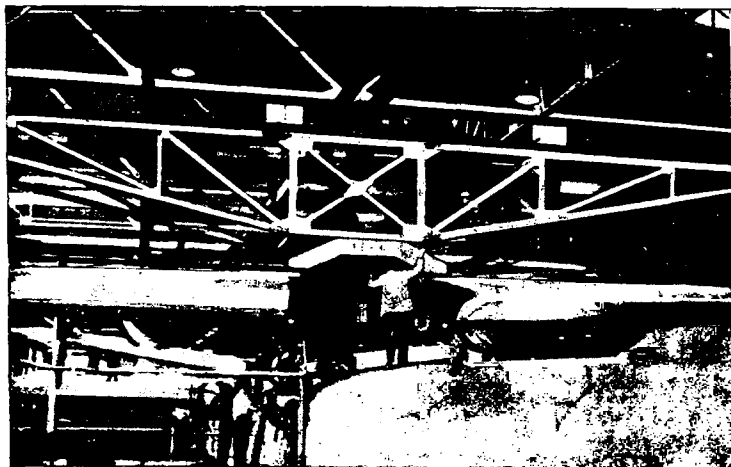


Фиг. 168. Полностью собранное хвостовое оперение поднимается краном и затем опускается в требуемое положение для установки на корпус на линии окончательной сборки

поплавков (фиг. 167). Здесь же отъемные части крыла присоединяются к центроплану, вся система управления, трубопроводов и электропроводки соединяется в одно целое. С этой линии сборки сходит крыло, готовое для установки на корпус на линии окончательной сборки.

Хвостовое оперение, полностью изготовляемое заводами-смежниками, требует только небольшого числа сборочных операций для подготовки к установке на корпусе на линии окончательной сборки. Сборка выполняется на неподвижном стенде, где подвижные бригады собирают одновременно от пяти до шести агрегатов.

После сборки трех главных агрегатов — корпуса, крыла и хвостового оперения — они передаются на линию окончательной сборки. Прежде всего кран поднимает корпус весом в 6 800 кг и устанавливает его на линию. Затем с помощью крана подается хвостовое



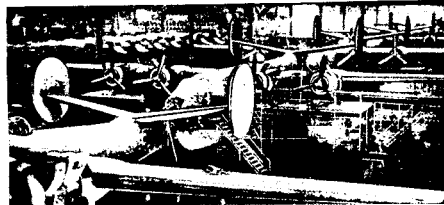
Фиг. 169. Установка крыла на корпус на линии окончательной сборки

оперение (фиг. 168), которое устанавливается на корпусе. Наконец, специальный кран поднимает и переносит крыло в положение, требуемом для установки на корпус (фиг. 169).

Этот специальный кран является чудом инженерного искусства. Он обеспечивает вертикальные перемещения с точностью до 0,025 мм при весе крыла 11 340 кг.

Работа на линии окончательной сборки заключается главным образом в соединении различных устройств, выполненных прежде на линиях первичной сборки, в испытаниях и проверке действия всех систем после их соединения. Здесь монтируется также некоторое оборудование, которое может быть установлено только на законченном самолете. Общий вид линии окончательной сборки показан на фиг. 170.

На последних двух стендах этой линии производятся очистка и осмотр. Здесь промывается бензопроводка, заливается горячее в баки, на



Фиг. 170. На переднем плане видна линия окончательной сборки, на заднем — линия предварительной сборки лодок

моторы устанавливаются свечи, самолет промывается снаружи и протирается изнутри. Затем летающую лодку проверяют летная инспекция и инспекция военного флота и передают для спуска на воду и летных испытаний.

## ПРИМЕНЕНИЕ КОНВЕЙЕРОВ УСКОРЯЕТ ВЫПУСК КРЫЛЬЕВ<sup>1</sup>

Компания Мюррей (Детройт) с большим успехом применила на сборке крыльев самолетов поточную систему, столь блестяще зарекомендовавшую себя в течение многих лет в автопромышленности.

Множество непрерывно движущихся конвейеров всегда было наиболее характерной чертой автомобильного производства. Механизация внутризаводского транспорта была краеугольным камнем и подлинной основой массового производства в автомобильной промышленности. Но когда автомобилестроение стало переключаться на военную продукцию, ему было указано, что эта продукция не может изготавливаться на принципах поточного производства. Работники автомобильных заводов поехали

по заводам военной промышленности, чтобы перенять принятые там методы производства.

Автомобильным заводам пришлось осваивать производство такой продукции, с которой ранее строители автомобилей не имели дела. Но как только работники автостроения освоились с этой новой техникой и организацией производства, они с изумлением отметили полный контраст применя-



<sup>1</sup> Conveyers Speed Wing Production — Mill and Factory, Apr. 1943, № 4.

Фиг. 171. Сборка крыльев на непрерывно движущихся конвейерах

емых организационных методов с теми, которыми славилась автопромышленность.

Через все эти стадии прошел и завод Мюррей. Перестроившись на производство самолетных частей, он, следуя указаниям специалистов по самолетостроению, выбросил все поточные линии, заменив их стационарными стендами, сборочными приспособлениями, верстаками, столами. Механизация сменилась чисто ручными приемами работы и перемещения изделий.

Наконец, период „обучения“ закончился. И тогда директор компании поставил перед своими сотрудниками в упор вопрос: почему на новой работе неприменимы старые, испытанные многими годами поточные методы производства, выработанные в автопромышленности? Ответ гласил, что эти методы могут быть с успехом применены на сборке самолетных частей в достаточно широком масштабе.

При организации поточного производства самолетных частей задача состояла в том, чтобы разбить каждый комплекс операций на возможно большее количество элементарных процессов, устранить все не безусловно необходимые перемещения изделий и обеспечить непрерывный и ровный поток деталей на сборку узлов, а затем — на главную сборку, где минимальное число операций производится в стационарных приспособлениях, после чего самолетные части поступают на механизированные сборочные конвейеры и по окончании сборки — в склады.

Сборка узлов ведется в верхнем этаже завода. Сюда стекается бесконечное количество мелких деталей. Как и на всех остальных этапах работы, здесь строго проводятся следующие принципы: комплексный производственный процесс разбивается на ряд операций; работа ведется в таких приспособлениях, которые позволяют одновременно работать наибольшему числу рабочих; транспортные операции и всякого рода перемещения изделий сводятся к минимуму.

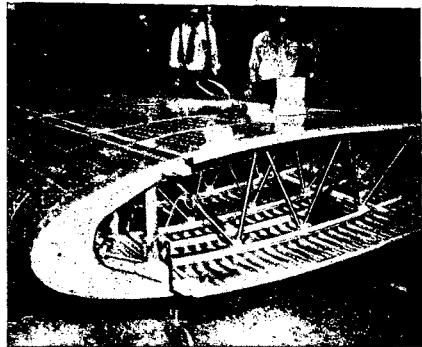
Мелкие узлы имеют небольшой вес, но и для их сборки выгодно иногда использовать конвейер. Например, на сборке мелких нервюр отверстия сверлят на пластинчатом конвейере длиной 16 м, на котором монтировано 66 пар сборочных приспособлений. Конвейер работает от мотора мощностью 3 л. с. и делает полный оборот за 1 час.

В другом цехе носовые секции крыльев для

самолетов В-17 недавно при сборке приходилось передвигать от одного стенда к другому. А сейчас здесь работают два пластинчатых конвейера длиной по 47 м каждый. Конвейеры движутся со скоростью 7,5 см/мин и ручные перемещения собираемых секций сведены к минимуму. После предварительной сборки, рассверливания и отштатповки отверстий в обшивке, технического контроля и разборки носовые секции крыльев помещаются на конвейеры для клепки и дополнительного рассверливания. На конвейере же производится монтаж анкерных гаек, антиобледенителя и т. п. В заключение секция направляется на окраску и в цех агрегатной сборки.

Мотогондолы самолета В-17 собираются предвзительно на двух рядах стационарных приспособлений, после чего укрепляются на неподвижных подвесках к монорельсу, проходящему между обоими рядами приспособлений, и при передвижении мотогондол на них выполняются различные заключительные операции.

Во избежание простоев цеха сборки узлов всегда поддерживается на складах значительный запас деталей. Достаточно назвать условное обозначение подузла, чтобы сразу же получить пол-

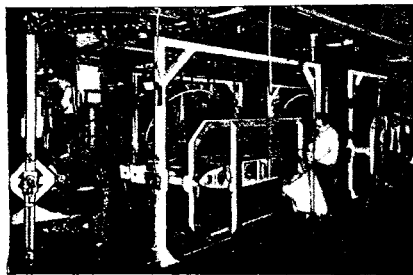


Фиг. 173. Вистанальная сборка крыла

ный комплект деталей. Например, передняя секция крыла содержит около 35 различных деталей.

Собранные в верхнем этаже объекты доставляются вагонетками к лифту и опускаются на нижерасположенный этаж, где их складывают на хранение. В нужное время их забирают со склада и направляют на агрегатную сборку.

После сборки в верхнем этаже основные узлы крыльев для самолета Р-47 („Тандерболт“) перебрасываются в цех, расположенный ниже, где они собираются в целые крылья на двух конвейерах (правом и левом) длиной 150 м каждый. Скорость движения этих конвейеров — 10 см/мин. Оба конвейера овальной формы в плане, состоят



Фиг. 172. Сборка концевых обтекателей крыльев на конвейерной линии



Фиг. 174. Сборка носовых секций крыла на пластинчатом конвейере

из ряда сборочных приспособлений, подвешенных вертикально к монорельсу с помощью кронштейнов с роликами, укрепленными по концам рамы. Снизу каждого приспособления имеется особое устройство, с помощью которого оно входит в зацепление с конвейерной цепью, проложенной на полу цеха.

Такой способ подвески и массивность самих приспособлений не дают им отклоняться в сторону. Собираемые крылья закреплены совершенно неподвижно и не прогибаются при клепке и при прочих операциях сборки. Прежде всего в приспособлении закрепляется передняя секция крыла, затем его задняя секция, отсек пулемета и отсек боеприпасов.

По обе стороны конвейерной линии проложены электрические кабели электропроводки; линия оборудована также подвесными дремлями. Поверх каждой линии проложена линия сжатого воздуха, от которой отходят отводы через каждые 1,3 м. Для рассверливания отверстий под установку пулеметов к собираемому крылу подводится на колесах особое сверильное приспособление. Такого же типа приспособление применяется для рассверливания восьми отверстий крепления шасси. Приспособления для рассверливания отверстий крепятся к основному сборочному приспособлению и передвигаются вместе с ним во время работ по рассверливанию.

В основном сборочном приспособлении монтируются все узлы, а также собирается вся обшивка, за исключением небольших ее частей. Затем по окончании сборки крыло подхватывается электрическим подъемником, переносится на тележки и перебрасывается на короткое расстояние к двум другим конвейерам также овальной формы в плане. Длина каждого конвейера 250 м. Здесь другой электрический подъемник устанавливает крыло в сборочные приспособления, установленные на конвейерах. Эти приспособления могут быть повернуты и закреплены в желательном положении. Они устанавливаются на тележках, которые

тянут за собой конвейерная цепь. Колеса одной стороны тележки катятся по уложенному в полу направляющему рельсу, а колеса на другой стороне тележки движутся свободно.

На этих приспособлениях производится заключительная клепка, монтируются все трубопроводы, производится окраска крыла, камуфляж и т. п.

Наконец, вполне законченные крылья поднимаются подъемником и опускаются на балкон, расположенный над железнодорожной веткой, где подъемный кран погружает их в железнодорожные вагоны для отправки.

Сборка секций отъемной части крыла самолета В-17 и его конечных обтекателей ведется в верхнем этаже другого здания такими же методами, какие были описаны выше. Сборка конечных обтекателей крыльев производится примерно такими же методами, как описанная выше сборка крыльев для самолета Р-47, т. е. в приспособлениях, подвешенных к монорельсу конвейера. В этом цехе работают три конвейера такого типа. Один конвейер используется для сборки правого, другой — для сборки левого обтекателя, а третий конвейер расположен в середине между этими двумя и на нем выполняют некоторые дополнительные операции на обоих обтекателях. Сборочные приспособления сходны с описанными выше, но конвейерная цепь пролегает не вниз, а вверх, и два направляющих упора, укрепленных в нижней части приспособления, движутся в швеллере, уложенном на полу, чтобы предупредить раскачивание приспособлений. Каждый из наружных конвейеров имеет длину 58 м. Скорость их передвижения — 40 см/мин. Конвейер, расположенный посередине, имеет в длину 92 м и движется вдвое скорее. Обеспечена возможность еще больше удлинить эту линию, если в том представится необходимость.

Как и в описанных выше случаях, каждый конвейер обслуживается множеством электродрелей, а также подводкой сжатого воздуха. Сборочные приспособления на среднем конвейере устанавливаются вертикально, а затем уже поворачиваются в горизонтальное положение.

Отъемные части крыльев самолета В-17 собираются в стационарных приспособлениях-стендах. Потом они снимаются со стендов и укладываются плоская на тележки конвейера овальной формы, имеющего в длину 317 м и движущегося со скоростью 10 см/мин. Вдоль конвейера расположено 30 рабочих стендов. Над частью этого конвейера расположен монорельс, к которому подвешено массивное приспособление для поворачивания крыла.

На этом конвейере выполняются операции вставительной сборки, как-то: присоединение передней секции крыла, заключительная сборка задней крошки, а также работы по сверлению, заливке, клепке и т. п.

Когда собранное крыло доходит до конца конвейера, его переворачивают с помощью электроподъемника. Затем крепят к нему концевой обтекатель и производят мелкие исправления, а также технический осмотр. После этого крыло направляется на приемку, производимую представителем военного ведомства. После приемки его



опускают на подъемнике и направляют на погрузку.

Описанная выше система конвейеров имеет много преимуществ. Прежде всего на заводе Мюррей применение конвейерной системы позволило сэкономить около 40% потребной рабочей площади. Это объясняется прежде всего тем, что сборочные конвейерные приспособления не требуют никаких боковых креплений и фундаментов. По этой же причине на конвейерах можно использовать гораздо большее количество одновременно работающих рабочих. Если на неподвижном сборочном стенде уже 6 рабочих мешают друг другу, то на приспособлении, установленном на конвейере, могут одновременно работать 10 человек и больше. Ничто не стесняет их движений, поскольку все опорные точки приспособлений расположены наверху и внизу.

Второе большое преимущество конвейерной системы—сокращение сроков обучения рабочих. Если при обычной системе сборки в неподвижных

стендах-приспособлениях требуется обучить рабочих выполнению целого цикла процессов, то на конвейере рабочих тренируют на выполнении всего лишь одной—двух элементарных операций и затем сразу же ставят на работу. Кроме того, регулярное выполнение одной—двух несложных операций обеспечивает исключительно высокую производительность труда.

Наконец, конвейер обеспечивает равномерный ритм производственного процесса в целом и почти автоматическое протекание всех производственных циклов. Изготовление всех деталей и частей, а также организация сборки больших и малых узлов запланированы таким образом, что в каждом звене производства обеспечен совершенно одинаковый ритм работы, что обеспечивает такие заделы деталей и узлов, которые гарантируют равномерное течение всей работы на каждый данный отрезок времени, предупреждают простои из-за перебоев в производстве и из-за отсутствия необходимых материалов.

Отв. редактор В. А. ПОПОВ

Объем 10 печ. листов

Учетно-авторских листов 12,5

Типография изд-ва БНТ НКАП

Подписано к печати 24/III 1944 г.

Г-536784

Зак. № 212

