

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Кафедра АТО и ремонта ЛА и АД
А.Н.Ерошкин.

ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ЛА И АД

ТЕРМИНЫ .ОПРЕДЕЛЕНИЯ
Дисциплина
"Основы производства ЛА и АД"
для студентов специальности 160901

Москва - 2009

ТЕРМИНЫ. ПОНЯТИЯ,. ОПРЕДЕЛЕНИЯ.

Общие вопросы производства авиационной техники.

Технология самолетостроения - область технологии машиностроения как науки о сущности процессов производства самолетов, о взаимной связи этих процессов и закономерности их развития.

1.Производственный, технологический процессы.

Производственный процесс предприятия - сложный комплекс первичных процессов. основных, вспомогательных и обслуживающих подразделений предприятия, обеспечивающих своевременный выпуск заданной продукции.

Производственная структура - состав цехов и служб предприятия с указанием связей между ними.

Цех - совокупность производственных участков.

Производственный участок - группа рабочих мест, организованных по принципам: предметному, технологическому или смешанному.

Рабочее место - элементарная единица структуры предприятия, где размещены исполнители работы, обслуживаемое технологическое оборудование и предметы труда.

Технологический процесс - часть производственного процесса, содержащая действия по изменению и последующему определению состояния предмета производства.

Технологическая операция - законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте.

Технологический переход - законченная часть технологической операции, характеризуемая постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой или соединяемых при сборке.

Рабочий ход - законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением форм, размеров, чистоты поверхностей или свойств заготовки.

Установ - часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок или собираемой сборочной единицы.

Позиция - фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной обрабатываемой заготовкой или собираемой сборочной единицей совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования для выполнения определенной части операции.

Виды операций: черновые, чистовые, окончательные, отделочные.
Концентрация и дифференциация операций.

2. Характеристика производства.

Тип производства - классификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска продукции.

Объем выпуска - количество изделий определенных наименований, типоразмеров и исполнений, изготавливаемых предприятием или его подразделением в течении планируемого периода времени.

Единичное производство - производство, характеризуемое малым объемом выпуска одинаковых изделий, повторное изготовление которых, как правило, не предусматривается.

Опытное производство - производство образцов изделий для проведения исследовательских работ или разработки конструкторской и технологической документации для установившегося производства.

Серийное производство - производство, характеризуемое изготовлением изделий периодически повторяющимися партиями.

Производственная партия - предметы труда одного наименования и типоразмера, запускаемые в обработку в течение определенного интервала времени, при одном и том же подготовительно-заключительном времени на операцию.

Определение минимального размера партии деталей производится по формуле:

$$K_d = T_{пз}/A * T_{шт},$$

где K_d – количество деталей в партии,
 $T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время на переналадку станка,
 A - коэффициент, учитывающий потери времени – 0,05,
 $T_{шт}$ – штучное время на выполнение операций.

$$П = Нг/K_d,$$

где $П$ - количество переналадок,
 $Нг$ - годовая программа выпуска деталей.

Программа выпуска - установленный для данного предприятия перечень изготавливаемых изделий с указанием объема выпуска по каждому наименованию на планируемый период времени.

Производственная мощность - расчетный максимально возможный в определенных условиях объем выпуска изделий в единицу времени.

Производственный цикл - интервал от начала до окончания производственного процесса изготовления изделия. $Ц = P * t$.

Коэффициент закрепления операции (КЗО) - отношение числа всех различных технологических операций, выполненных или подлежащих выполнению в течение месяца, к числу рабочих мест.

$$КЗО = O/P,$$

где O - число операций,

P - число рабочих мест.
(при КЗО – 1...10 – крупносерийное производство, 10...20 – среднесерийное производство, 20...40 – мелкосерийное производство)

Такт выпуска - интервал времени, через который периодически производится выпуск изделий определенного наименования, типоразмера и исполнения, $t = \Phi / N_{г}$, где Φ -фонд времени за год.

Вид производства - классификационная категория производства, выделяемая по признаку применяемого метода изготовления изделия.

Специализация производства - ограничение номенклатуры изготавливаемых изделий, близких по назначению и конструкции, или ограничение номенклатуры процессов, применяемых для изготовления изделий различных по назначению и конструкции.

Кооперирование производства - регламентированное использование производственной мощности нескольких предприятий или подразделений предприятия для участия в изготовлении определенных изделий.

Массовое производство - производство, характеризуемое большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых в течение продолжительного времени; на каждом рабочем месте выполняется только одна непрерывно повторяющаяся операция.

Поточное производство - производство, характеризуемое расположением средств технологического оснащения в последовательности выполнения операций технологического процесса и определенным интервалом выпуска изделий.

Деталью называется элементарная часть изделия, изготовленная из целого куска металла.

Узел или сборочной единицей называется конструкция, полученная соединением между собой нескольких деталей.

Агрегат является законченной в конструктивном и технологическом отношениях частью изделия.

Изделие - предмет производства, подлежащий изготовлению на данном предприятии.

Точность обработки.

Под точностью обработки понимается степень соответствия геометрических параметров реальной детали номинально заданным.

Различают: точность размеров, точность формы поверхностей, точность взаимного расположения поверхностей.

Заданная точность регламентируется допустимыми отклонениями от номинальных размеров, формы или теоретически точного взаимного расположения поверхностей.

Действительная точность характеризуется действительными геометрическими параметрами по отношению к номинальным значениям.

Ожидаемая точность может быть представлена при проектировании технологического процесса на основании учета причин, вызывающих погрешности обработки.

Достижимая точность - точность, которая достигается, не считаясь с себестоимостью обработки, создавая особо благоприятные условия, необычные для данного производства.

Под экономической точностью принимают такую точность, которая при минимальной себестоимости достигается в нормальных производственных условиях при нормальных затратах времени.

Пути повышения точности: повышение точности изготовления заготовок с равномерным припуском на обработку; повышение жесткости упругой системы СПИД; управление упругими перемещениями системы СПИД.

3 Технологическая подготовка производства.

Технологическая подготовка производства включает в себя в качестве основных этапов конструкторскую, организационно-производственную и технологическую подготовку.

Конструкторская подготовка имеет своей целью разработку конструкции изделия и создание чертежей общей сборки изделия с оформлением соответствующих спецификации и другой конструкторской документации.

Организационно-производственная подготовка включает календарное планирование производственного процесса изготовления в установленные сроки и в заданном объеме выпуска.

Технологическая подготовка производства (ТПП) - это совокупность взаимосвязанных процессов, обеспечивающих технологическую готовность предприятия к выпуску изделий заданного уровня качества при установленных сроках, объема выпуска и затратах.

Основными функциями ТПП являются: обеспечение технологичности конструкции изделия, разработка технологических процессов, проектирование и изготовление средств технологического оснащения.

Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП) - система организации и управления ТПП, регламентированная государственными стандартами.

Основное содержание работ по ТПП:

Техническое задание - установление требований к разрабатываемому изделию по показателям технологичности;

техническое предложение - проведение анализа организационного и технического уровня;

эскизный проект - разработка плана мероприятий по повышению технического уровня;

технический проект - определение номенклатуры технологических процессов по видам производства, определение и размещение заказа на производство по кооперации заготовок деталей, сборочных единиц (узлов), агрегатов, технологической оснастки,

рабочая документация - разработка технологических процессов, разработка средств технологического оснащения, разработка документации на специальное технологическое оборудование. оснастку, средства контроля и испытания, механизацию и автоматизацию производственных процессов, расчет плановой трудоемкости изготовления изделий;

изготовление изделия - переналадка технологической оснастки. внедрение разработанных технологических процессов и отладка всего технологического комплекса, оценка и аттестация уровня производства.

Основные ТЭП совершенства технологического процесса: качество продукции, уровень производительности труда, механизация и автоматизация, себестоимость продукции, условия труда, степень соответствия передовым формам организации производства, трудоемкость и цикл подготовки производства, мобильность.

Исходная информация для разработки технологического процесса (ТП): базовая, руководящая и справочная.

Базовая: конструкторская документация, программа выпуска.

Руководящая: отраслевые стандарты, документация на ТП, технико-экономическая информация, производственные инструкции, технические нормативы и документация по технике безопасности и промышленной санитарии.

Справочная: описание перспективных методов изготовления, каталоги, справочники, альбомы, методические материалы.

Основные этапы разработки технологических процессов: анализ исходных данных, выбор действующего ТП, выбор заготовки и методов ее изготовления, выбор технологических баз, составление технологического маршрута обработки, разработка технологических операций, нормирование технологического процесса, определение требований техники безопасности, расчет экономической эффективности процесса, оформление технологических процессов.

Базированием называют предание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат.

Базой называется поверхность или выполняющее ту же функцию сочетание поверхностей, ось, точка, принадлежащая заготовке или изделию и используемая для базирования.

Конструкторской называется база, определяющая положение детали или сборочной единицы в изделии.

Технологической называется база, используемая для определения положения заготовки или изделия в процессе изготовления или ремонта.

Измерительная база используется для определения относительного положения заготовки или изделия и средств измерения.

Сборочными называются базы, определяющие положение детали в приспособлении относительно других деталей при сборке.

Технический маршрут - последовательность прохождения заготовки, детали или сборочной единицы по цехам и производственным участкам.

Расцеховка - разработка межцеховых технологических маршрутов для всех составных частей изделия.

Рекомендуемая последовательность операций: каждая последующая операция, переход или проход должны уменьшать погрешности предшествующей и улучшать качество поверхности после предыдущей обработки, обработку детали нужно начинать с той поверхности, которая будет служить установочной базой для последующих операций; обработка поверхностей должна идти в последовательности, обратной степени точности их обработки; окончательную обработку наиболее точных поверхностей относят к конечным операциям; те операции, при которых выявляется наибольший процент брака заготовок следует производить вначале; обработку необходимо вести с минимальным числом установок; т.е. с каждой установки обрабатывать наибольшее число поверхностей; сверление отверстий, нарезание резьб и т.д. следует относить к концу технологического процесса за исключением тех случаев, когда отверстия служат базами для установки при последующих операциях.

В системе ЕСТД предусмотрено: маршрутная карта (МК), карта эскизов (КЭ), технологическая инструкция (ТИ), комплектовочная карта (КК), ведомость расцеховки (ВР), ведомость материалов (ВМ), ведомость деталей к типовому ТП, карта технологического процесса (КТП), карта типового технологического процесса (КТТП), операционная карта (ОК), операционная карта типовая (ОКТ), ведомость операций (ВО).

Технологичность конструкции.

Технологичность конструкции - совокупность свойств конструкции изделия, в возможности оптимизации затрат труда, средств, материалов и времени при технической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации и ремонте конструкций того же назначения при обеспечении установленных значений показателей качества и принятых условиях изготовления, эксплуатации и ремонта.

Виды технологичности определяется признаками, характеризующими область проявления технологичности конструкции изделия: производственная, эксплуатационная.

Вид изделия определяет главные конструктивные и технологические признаки, обуславливающие требования к технологичности конструкций.

Объем и тип производства определяют степень технологического оснащения, механизации и автоматизации технологических процессов и специализацию всего производства.

Вид оценки характеризует метод сравнения конструктивных решений и обоснованность выбора оптимального варианта конструкции изделия

Экономическая эффективность: $\mathcal{E} = C_{\text{пол}}/C_{\text{зат}}$,

где $C_{\text{пол}}$ - средства, полученные за весь срок эксплуатации самолета;

$C_{\text{зат}}$ - суммарные затраты на самолет.

Производительность труда: $\Pi = 1/T_{\text{и}}$,

где $T_{\text{и}}$ - трудоемкость изготовления изделия.

Эффективность капитальных вложений:

$$K_{\text{эф}} = \frac{(C_{\text{ти1}} - C_{\text{ти2}}) * T_{\text{год}}}{K_2 - K_1},$$

где $C_{\text{ти1}}$, $C_{\text{ти2}}$ - технологические себестоимости изделий (сравниваемые варианты);

K_1 , K_2 - капитальные вложения;

$T_{\text{год}}$ - годовая программа.

Изготовление деталей ЛА и АД.

4. Заготовительно-обработочные процессы.

Они включают два подкласса; формообразование (литье, горячее деформирование, разделение полуфабриката и удаление излишнего материала, холодное деформирование) и придание физико-механических свойств (термическая и термохимическая обработка, образование покрытий).

Процессы холодного деформирования: формование, объемное деформирование, деформирование поверхностных слоев.

К гибке относят все процессы формообразования деталей, основанные на упруго-пластическом изгибе, под действием внешних нагрузок листовой, профильной или трубчатой заготовок.

Обтяжка состоит в том, что заготовка, зажата по концам, зажимами обтягивается до полного прилегания ее к жесткому пуансону, и в ней создаются напряжения растяжения, превосходящие предел текучести.

Вытяжка - процесс преобразования плоской заготовки из листового материала в полую деталь.

Формовка резиной - процесс с использованием изгиба, растяжения и небольшой доли посадки.

Процесс выдавливания без утонения заключается в местном пластическом изгибе вращающейся заготовки давилником, который вручную или механически перемещается в плоскости оси вращения оправки.

Выдавливание с утонением - процесс формования детали за счет уменьшения исходной толщины вращающейся плоской или пространственной заготовки без изменения ее наружного диаметра.

Редуцирование - процесс изменения формы заготовки путем последовательного обжатия матрицей.

Для процессов осадки, высадки, калибровки, объемной формовки, холодного прессования характерно трехосное сжатие заготовки при ее формоизменении.

Накатывание резьбы - процесс пластического деформирования заготовки специальным инструментом, на котором воспроизведен профиль резьбы.

Деформирование поверхностных слоев - обкатывание и раскатывание роликами и шариками, дорнирование, обжатие кромок, виброударное упрочнение, обкатка дробью и т. д.

Группа процессов разделения полуфабриката и удаления излишнего материала включает следующие подгруппы: механические (резка ножницами и штампами, обработка резанием), электрические (электроконтактная обработка, электроэрозионная обработка), электрохимические (анодно-механическая обработка, анодно-гидравлическая обработка, электрохимическая обработка (полирование), акустические, лучевые, химические, термические.

Процесс резки включает: изгиб заготовки под действием пары сил, приложенных к режущим кромкам; внедрение режущих промок в материал полуфабриката вследствие смятия; отделение одной части полуфабриката другой в результате образования микротрещин, направленных по поверхности скольжения.

Оптимальный зазор z близок к 8...10% толщины материала для металлических и к 3...5% для неметаллических полуфабрикатов.

Карты раскроя для вырезки штампами - документ, фиксирующий расположения контуров вырезаемых деталей на листе.

5. Комплексная технологическая классификация изготовления деталей.

А. Обшивки, нервюры, шпангоуты, стрингеры, тяги, фермы и т.д. изготавливаются из заготовок (листы, профили, профилированные плиты, трубы тонкостенные).

Б. Штоки, валики, цилиндры, вилки, рамы, штангоуты и т.д.- (прутки, трубы толстостенные, поковки и неточные штамповки и отливки).

В. Монолитные панели, обшивки, полки и стенки фасонные и переменного сечения и т.д. - (плиты и полосы плоские, катаные и прессованные).

Г. Силовые узлы, шпангоуты, монолитные отсеки, полки, лонжеронов и т.д. - (точные штамповки, отливки и прессованные заготовки).

Д. Носки, наконечники, законцовки крыльев и т.д. - (заготовки из композиционных материалов)

Характеристика процессов удаления излишнего материала.

1. Процессы первой группы, изменяющие форму, размеры, точность и чистоту поверхностей заготовки и определяющие положение этих поверхностей относительно конструктивной базы.

Для этих процессов характерно жесткое крепление и заготовки, и инструмента к соответствующим частям оборудования.

К таким процессам относятся точение, сверление, фрезерование, шлифование в патронах и т.п., при этом точность обработки определяется настройкой и жесткостью системы станок, приспособление, инструмент, деталь (СПИД).

2. Процессы, изменяющие форму, размеры, точность и чистоту поверхности заготовки, но не определяющие их положение относительно конструктивной базы. Для этих процессов характерно плавающее крепление

заготовки или инструмента к соответствующим частям оборудования. Например, бесцентровое шлифование, накатывание резьбы, протягивание поверхностей заготовки - плавающее крепление заготовки. К процессам с плавающим креплением инструмента могут быть отнесены хонингование, зенкерование, развертывание, нарезание резьбы плашками и метчиками и т.п. В технологической последовательности процессы второй группы следуют за процессами первой группы. Точность определяется точностью первой группы.

3. Процессы, изменяющие только степень чистоты поверхностей заготовки – ручное, механическое полирование, суперфиниширование, обкатка поверхностей роликами, полирование и т.п.

Сборка, монтаж и испытания

6. Общие вопросы сборки, виды сборки.

Объект сборки: узловая, агрегатная и общая.

Стадия сборки: предварительная, промежуточная, окончательная.

Последовательность сборки: последовательная, параллельная, смешанная;

Механизация и автоматизация сборки: ручная, механизированная, автоматизированная, автоматическая.

Сборка изделия, при которой сборочные операции выполняются одна за другой – последовательная сборка, а при которой сборочные работы выполняются одновременно – параллельная сборка.

Сборочные работы включают установку деталей в сборочное положение, соединение, их в узлы и агрегаты.

Монтажные работы включают установку на планере двигателей, приборов, систем управления и различного рода специального оборудования.

Методы сборки и способы базирования.

Метод образования соединения: клепаное, сварное, клееное, паяное, резьбовое, клиновое, шпоночное, шлицевое, штифтовое, шплинтовое, фланцевое, шарнирное, прессовое, развальцованное, контактное, термоусаживаемое, пружинное, сшивное, комбинированное. Виды соединений - разъемное, неразъемное, подвижное, неподвижное.

Методы сборки, обеспечивающие заданную точность: полная взаимозаменяемость, неполная взаимозаменяемость, с подбором, регулирование с компенсатором, пригонки.

7. Сборка с применением заклепочных соединений.

Способы ударной клепки: прямой и обратный.

Операции процесса клепки: образование отверстия; доводка отверстия; образование гнезда под головки потайных заклепок; вставка заклепки; образование замыкающей головки заклепки (методы образования замыкающей головки: ударный, прессовый, раскаткой); снятие лишнего материала; контроль.

Контроль заклепочного соединения

Операционный контроль: правильность установки деталей в сборочное приспособление; расположение отверстий в соответствии с чертежом; диаметр, форма и качество поверхности под заклепки; калибр - заклепка в зенкованном гнезде (выступание не более $0...+0.05$ мм); овальность зенкованных гнезд до 0.2 мм; механические повреждения допускаются глубиной не более толщины лакирующего слоя, но не более чем у 5% заклепок в шве.

Окончательный контроль: выступание закладных головок относительно поверхности детали / 10% /; форма и размеры замыкающей головки / 10% /; общее состояние поверхности; зазор между склепываемыми деталями; волнистость и вмятины; общие обводы агрегата.

Методы герметизации: поверхностная, внутришовная, комбинированная.

8. Содержание типовых операций сварки.

Сварка – процесс образования неразъемного соединения материалов путем их местного оплавления и деформирования.

Подготовка поверхности кромок деталей - разметка, механическая обработка, зачистка, контроль; обезжиривание поверхности деталей кромок - протирка раствором, промывание в горячей воде, сушка, контроль; сборка и прихватка деталей в приспособлении - установка в приспособление прихватка, правка, контроль; доработка узла после прихватки - устранение прижогов, правка, контроль; сварка узла - подбор режима сварки, образование шва за несколько проходов; правка длинных швов в процессе сварки, контроль; правка деталей и узла после сварки - рихтовка, контроль; термообработка узла после сварки; механическая и химическая очистка; контроль и нанесение покрытий.

9.Изготовление клеевых обшивок

Изготовление обшивок: раскрой обшивки (фрезерный станок РФП); формообразование обшивок (оборудование: РО-3М; РО-630; ГЛП-1000); обрезка по контуру, вырезка люков и сверление БО (фрезерный станок: СРП, СФПУ-12).Изготовление комплектующих изделий - дублеров, окантовок: раскрой деталей (раскройное оборудование); формообразование деталей (формообразующее оборудование); предварительная сборка (сборочное приспособление); разборка и подготовка поверхности деталей; химическая обработка; анодирование обшивок; промывка и сушка деталей; нанесение грунта (установка УНГ-1); отверждение грунта; прикатка клеевых пленок (станок СПК-5).Окончательная сборка: склеивание; установка вакуумешка и вакуумирование; загрузка приспособления в автоклав (автоклав АЭ 1,8-6 ; АЭ 2,5-10); отверждение клея; выемка и очистка от подтеков клея; контроль качества склеивания

(установка УКИ-7); нанесение защитного покрытия; сушка защитного покрытия

10. Изготовление сотового заполнителя

Изготовление сотового заполнителя из пенопласта: прессовый, беспрессовый и комбинированный методы.

Изготовление пакета сотового заполнителя из металла (растяжением): обезжиривание фольги (установка УОФ-2); нанесение и подсушка клеевых полос (автомат АСП-1000); склеивание пакета (установка УСП-70); резка пакета на заготовки (станок АС-80-3); фрезерование заготовок (РФК-1, Фп-7М); растяжение заготовок (станок РСУ-2-400, РСУ-3); раскрой заполнителя по шаблону; фрезерование заполнителя (станок ФП).

Изготовление обшивок и деталей каркаса: раскрой обшивки; формообразование обшивки; предварительная сборка и подгонка.

Подготовка сотового заполнителя: обезжиривание сотового заполнителя (установка УОП-3); нанесение клеевых композиций на торцы сотов (пульверизатор).

Подготовка обшивки и деталей каркаса: обезжиривание и анодирование обшивок и деталей каркаса (ВА-1); нанесение защитного грунта (установка УНГ-1); прикатка клеевых пленок к обшивкам (станок СПК-5).

Склеивание: окончательная сборка; вакуумирование и нагрев (автоклав АЭ 1,8-6; АЭ 2,5-10); выемка и очистка; герметизация; контроль качества склеивания (УКН-4П, УКН-5П).

Сотовый заполнитель из металла изготавливают также наращиванием.

Сборка АД

11. Контроль сборочных параметров

Контроль соосности.

Контролю соосности подвергаются гнезда подшипников роторов двигателей и агрегатов, а также гнезда подшипников других систем ГТД.

Необходимость проведения этой операции диктуется тем что несоосность, выходящая за пределы допуска, влечет за собой неравномерный износ подшипников, вибрации и т. д.

Соосность контролируется следующими способами: жесткими калибрами; индикаторными приспособлениями; оптическим методом; пневматическим методом.

В оптическом методе контроля соосности находят применение два случая: первый, чаще применяемый, когда контролю подвергается несколько отверстий, позволяет с большей точностью измерить линейные смещения осей; второй от применения оптического метода отличается тем что проверяются как линейные, так и угловых смещения осей отверстий, при этом используются две оптические трубы - визирная и коллиматор.

Пневматический контроль основан на измерении расхода воздуха при прохождении его через щели переменного сечения.

Центровка сборочных единиц

В ряде изделий имеются нежесткие сборочные единицы, изготовленные из листового материала (например: камеры сгорания и т. д.) с внутренними полостями переменного сечения. При сборке подобных изделий часто требуется обеспечить заданное взаимное положение осей относительно сборочных базовых поверхностей, что непосредственно связано с обеспечением важных газодинамических характеристик изделия. Комплекс операций (включая сборочные, контрольные и механические), направленных на решение этой задачи, принято называть **ЦЕНТРОВКОЙ**.

Известны способы, позволяющие проводить центровку сборочных единиц с учетом погрешности их формы: комплексный (расчетно-механический), автоматический, оптико-механический.

Оптико-механический способ основан на самоцентрировании системы радиально расположенных пружин, связанных с некруглым контуром.

Контроль герметичности.

Применяют следующие методы контроля герметичности: керосином, сжатым воздухом, течеискателями, химическими реагентами, рентгеном.

При контроле сжатым воздухом регистрация течей ведется: с помощью аквариума, обмыливанием, по падению давления.