

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»
Институт механизации и технического сервиса

Направление Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Профиль Сервис Т и ТТ машин и оборудования

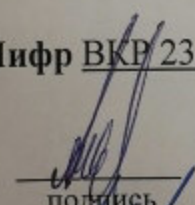
Кафедра: Общеинженерные дисциплины

**ВЫПУСКНАЯ
КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

На тему: Проектирование технологического процесса изготовления
кронштейна комбайна ACROS-580 с разработкой установочно-зажимного
приспособления

Шифр ВКР 23.03.03.272.20 УЗП 00.00.00 ПЗ

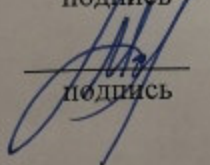
Студент


подпись

Сапаров А.Л.
Ф.И.О.

Руководитель

доцент
ученое звание

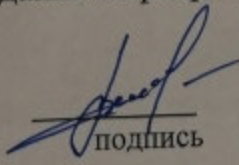

подпись

Марданов Р.Х.
Ф.И.О.

Допущен к защите (протокол заседания кафедры № 8 от 5.02.20)

Зав. кафедрой

доцент
ученое звание


подпись

Пикмуллин Г.В.
Ф.И.О.

Казань – 2020

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе
Сапарова Айдара Ленаровича на тему:
Проектирование технологического
процесса изготовления кронштейна
комбайна ACROS-580 с разработкой
установочно-зажимного приспособления

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 67 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает 5 рисунков, 6 таблиц, 1 приложение. Список использованной литературы содержит 27 наименований.

В первом разделе дана характеристика изготавливаемой детали.

Во втором разделе, на основе данных проведен технологический расчет изготовления кронштейна. Произведен расчет основных параметров технологического процесса.

В третьем разделе разработана конструкция установочно-зажимного приспособления. Произведены необходимые конструктивные и технологические расчеты. Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, дано экономическое обоснование применения разработанного приспособления, подсчитан экономический эффект от внедрения и срок окупаемости капитальных вложений.

Записка завершается выводами и предложениями.

ANNOTATION

To the final qualifying work of Saparon Ajdar Lenarovish on the theme:
Designing the technological process of manufacturing the bracket of the combine
ACROS-580 with the development of the clamping fixture

Graduation qualification work consists of an explanatory note on 67 sheets of
typewritten text and a graphic part on 6 sheets of a1 format.

The note consists of an introduction, three sections, conclusions and includes 5
figures, 6 tables, 1 annex. The list of used literature contains 27 items.

In the first section, the characteristic of the manufactured part is given.

In the second section, on the basis of the data, a technological calculation of the
manufacture of the bracket was made. The main parameters of the technological
process are calculated.

In the third section, the design of the clamping fixture has been developed. The
necessary design and technological calculations have been made. Measures have been
developed to ensure the safety of life, given the economic justification for the
application of the developed device, the economic effect of the implementation and
the payback period of capital investments have been calculated.

The note ends with conclusions and suggestions.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. ХАРАКТЕРИСТИКА И СЛУЖЕБНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ ДЕТАЛИ..	7
1.1 Формулировка служебного назначения детали.....	7
1.2 Анализ технологичности детали.....	7
1.3 Выбор способа получения заготовки	8
 2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ	
КРОНШТЕЙНА.....	12
2.1. Цели и задачи проектирования технологического процесса	12
2.2 Факторы, влияющие на построение технологического процесса..	13
2.3 Исходные данные для проектирования технологического процесса...	13
2.4 Требования к рабочим чертежам деталей	15
2.5 Разработка укрупненного маршрута обработки.....	16
2.6 Размерный анализ технологического процесса.....	20
2.7 Расчет режимов резания при обработке детали	21
2.8 Нормирование технологического процесса.....	28
 3. КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ УСТАНОВОЧНО-	
ЗАЖИМНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ.....	32
3.1 Общие сведения о станочных приспособлениях	32
3.2 Требования к приспособлениям	33
3.3 Элементы приспособлений.....	34
3.4 Установочные элементы.....	35
3.5 Элементы зажимных устройств	36
3.6 Конструирование и расчет установочно-зажимного приспособления	39
3.7 Организация техники безопасности и противопожарные мероприятия.....	45
3.7.1 Анализ опасных и вредных факторов.....	45
3.7.2 Шум.....	45
3.7.3 Вибрация.	47

3.7.4 Вредные вещества	48
3.7.6 Производственная санитария и гигиена труда.....	51
3.8 Производственная гимнастика на рабочем месте	53
3.9 Экономическое обоснование конструкции приспособления	58
3.9.1 Расчет балансовой стоимости приспособления.....	58
3.9.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции.....	60
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	65
ПРИЛОЖЕНИЕ... ..	66

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в нашей стране сложилась такая ситуация, что развитие промышленности является самой приоритетной из всех поставленных задач. Для того, чтобы Россия заняла прочное место среди ведущих мировых держав, в ней должна существовать развитая сфера промышленного производства, которая должна основываться не только на восстановлении основанных в советский период заводов, но и на новых, более современно оборудованных, предприятиях.

Одним из важнейших шагов на пути к экономическому процветанию является подготовка специалистов, которые имели бы не строго ограниченные рамками своей профессии знания, а могли комплексно оценить выполняемую ими работу и ее результат. Такими специалистами являются инженеры-технологи, разбирающиеся не только во всех тонкостях экономических аспектов функционирования предприятия, но и в сущности производственного процесса, который и обуславливает это функционирование.

Производство изделия, его сущность и методы оказывают наиболее весомое влияние на технологические, эксплуатационные, эргономические, эстетические и, конечно, функциональные характеристики этой продукции, а, следовательно, на его себестоимость, от которой в прямой зависимости находятся цена изделия, спрос на него со стороны пользователей, объемы продаж, прибыль от реализации, а следовательно, все экономические показатели, которые и определяют финансовую устойчивость предприятия, его рентабельность, долю рынка и т.д. Таким образом, то, как изготавливается продукция, оказывает влияние на весь жизненный цикл товара.

Итак, проектирование технологического процесса является важнейшим этапом производства продукции, который влияет на весь жизненный цикл товара и способен стать определяющим при принятии решения о производстве того или иного продукта.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА И СЛУЖЕБНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ ДЕТАЛИ

1.1 Формулировка служебного назначения детали

Корпусные детали в большинстве случаев являются базовыми деталями, на которые монтируют отдельные сборочные единицы и детали, соединяемые между собой с требуемой точностью относительного положения. Корпусные детали должны обеспечить постоянство точности относительного положения деталей и механизмов как в статическом состоянии, так и в процессе эксплуатации машин.

Деталь представляет собой кронштейн, внутренние цилиндрические поверхности которого являются установочными базами для размещаемого вала.

Деталь выполняется из отливки чугуна марки ВЧ38-17 ГОСТ 7293-79. Механические свойства отливок из высокопрочных чугунов: $\sigma_{\text{в}}=237$ МПа, $\sigma_{\text{и}}=433$ МПа. Твёрдость: 167-303 НВ. Относительное удлинение: $\delta = 0,2 \dots 0,5\%$.

Коррозионная стойкость чугуна определяется его химическим составом, структурой, плотностью. Высокопрочный чугун применяется для работы в слабоагрессивных средах.

Физические свойства: износостойкость определяется структурой, поверхностной твёрдостью и условиями трения. Величина износа от твёрдости трущейся пары и условий работы.

1.2 Анализ технологичности детали

Технологичность заготовки характеризуется возможностью ее получения наиболее рациональным для данных производственных условий способом с максимально возможным приближением ее формы и размеров к форме и размерам готовой детали при условии обеспечения технологичности дальнейшей механической обработки заготовки. Из чертежа видно, что деталь достаточно технологична с точки зрения механической обработки, так как у нее

нет труднодоступных поверхностей, и имеются нормальные технологические базы, поэтому конструкцию детали менять не имеет никакого смысла. Теперь можно приступить к выбору метода получения заготовки.

1.3 Выбор способа получения заготовки

Поскольку конструктором задан метод получения заготовки – литье 3 класса точности, то выбор оптимального способа литья дальше ведем в соответствии с методом весовых коэффициентов, приведенный в таблице 2.1.

Таблица 1.1 – Выбор способа получения заготовки

Наименование критерия выбора	Уровень градации и значение критерия	Способ изготовления литой заготовки						
		ЛПФ		ЛОФ	ЛВМ	ЛК	ЛПД	ЦЛ
		РФ	МФ					
Тип производства	Мелко-серийное	2	0	0	0	0	0	0
Материал детали	Чугун	1	1	1	0	1	0	1
Масса детали	1.50..60	1	1	1	1	1	1	1
Группа сложности отливки	1	1	1	0	0	1	0	1
Параметр R_a поверхности	12,5...20	2	2	1	0	1	0	1
Форма детали	корпусные	1	1	1	0	1	1	0
Максимальные габаритные размеры	50...120	1	1	1	1	1	1	1
Квалитет точности размеров	17...20	1	1	0	0	0	0	1
Итого		10	8	5	2	6	3	6

Наибольшее значение приобрела сумма весовых коэффициентов у литья в песчано-глинистые формы: ручной или машинной формовки. Литье в песчано-глинистые формы позволяет получать заготовки для массового, серийного и единичного производства. Основными достоинствами литья в песчано-

глинистые формы является простота и относительная дешевизна получения заготовок. Методы автоматизации позволяют использовать данный метод для крупносерийного и массового производства. Автоматизация заливки литейных форм обеспечивает высокую точность дозировки металла, облегчает труд заливщика и повышает производительность труда.

Отливка 3 класса точности обеспечивается ручной формовкой в песчано-глинистые формы, а так же машинной формовкой по координатным плитам с незакрепленными моделями.

На основании анализа достоинств и недостатков описанных методов выбираем литье в песчано-глинистые формы, как наиболее оптимальный способ получения отливок. Для него применяются формовочные смеси, представляющие собой сочетание материалов, соответствующих условиям технологического процесса изготовления литейных форм. Огнеупорной составляющей смеси является формовочный кварцевый песок. Для соединения частиц песка применяются формовочные глины. Формовочные смеси должны обладать рядом свойств: пластичностью (отчетливость отпечатка модели), текучестью, газопроницаемостью, прочностью (для формовочных смесей в сыром состоянии $2,9 - 15,7 \text{ МН/м}^2$, для стержней $49 - 196 \text{ МН/м}^2$), противопригарностью (противопригарные добавки - каменный уголь).

После литья получаем отливку третьего класса точности. Допустимые отклонения размеров $2,0 - 3,0 \text{ мм}$. Эскиз литейной формы изображен на рисунке 4.2, а сама отливка – на рисунке 2.1.

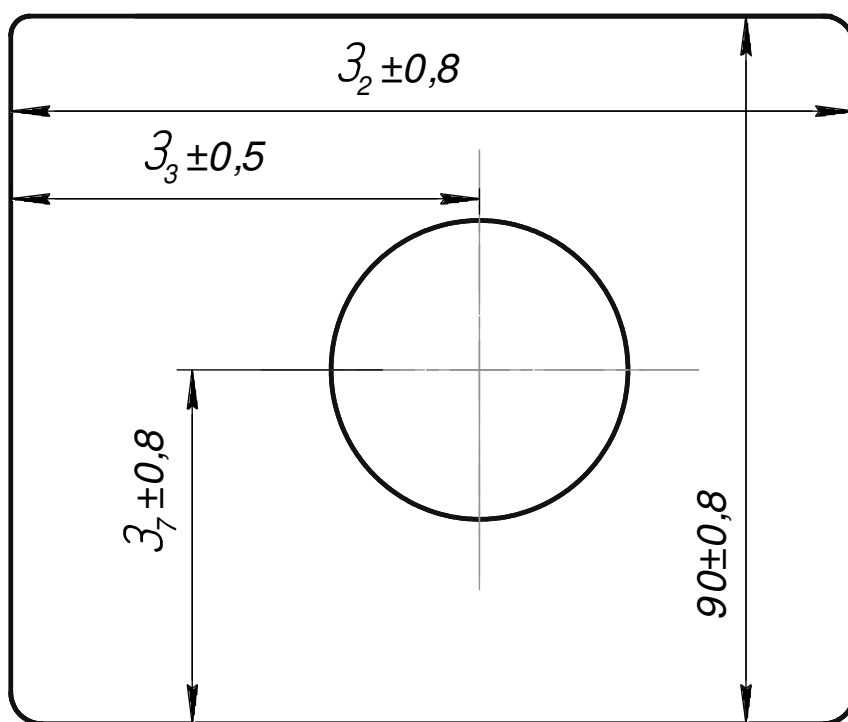
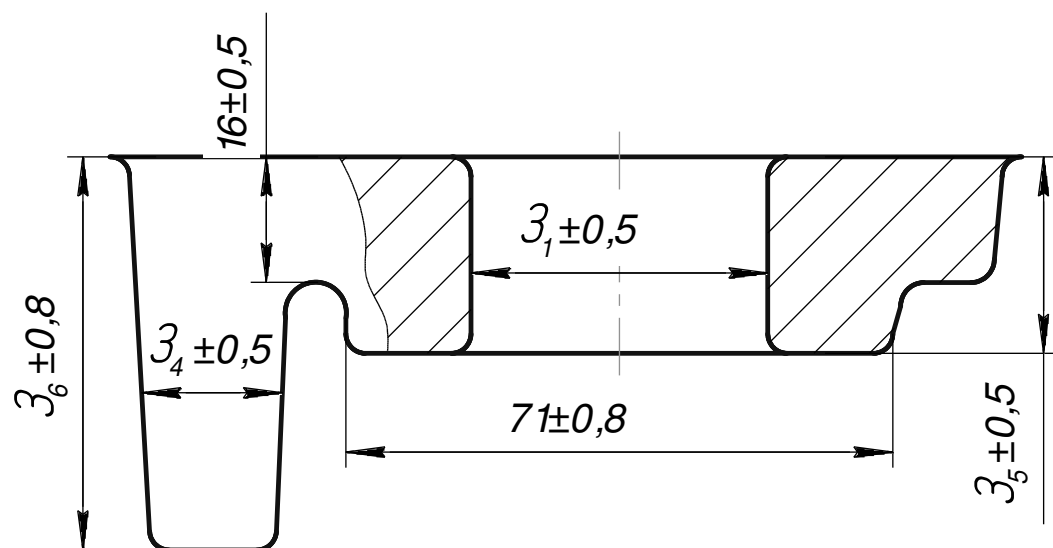


Рисунок 1.1 - Эскиз отливки

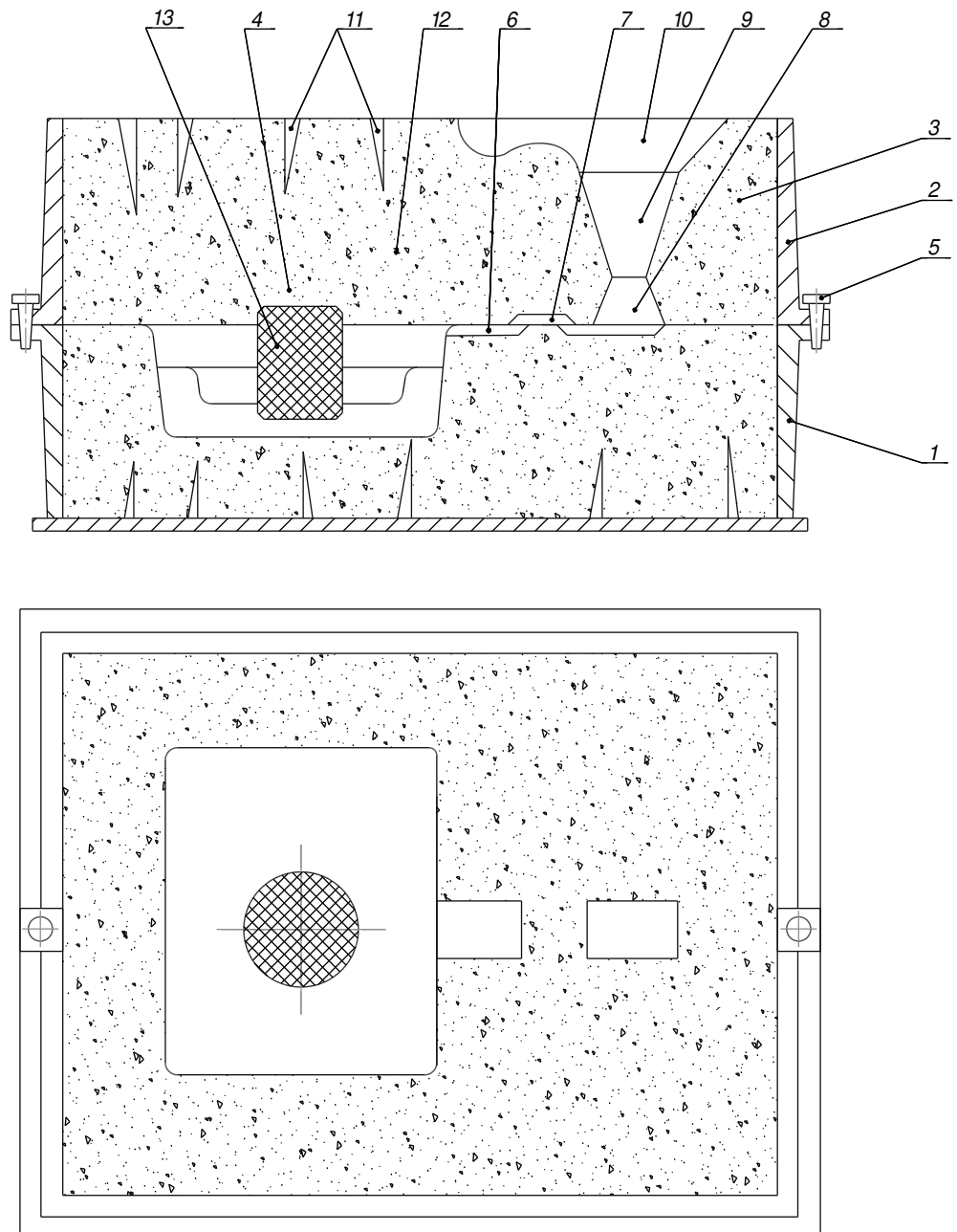


Рисунок 1.2 - Эскиз литейной формы

2 проектирование технологии обработки кронштейна

2.1. Цели и задачи проектирования технологического процесса

Проектирование технологических процессов обработки заключается в выборе орудий производства (необходимых для обработки станков, приспособлений и инструментов), в установлении рациональной последовательности выполнения работ, определении изменений в размерах, форме и чистоте обрабатываемых поверхностей, регламентации действий рабочего и режима работы станка. Кроме того, при проектировании технологического процесса определяется квалификация рабочих и подсчитывается время, потребное на обработку.

Задачей проектирования технологического процесса является такое установление рационального порядка обработки, назначение орудий производства и регламентация их использования, при которых обработка деталей будет отвечать техническим требованиям, предъявляемым к изготовлению этих деталей, и в то же время будет выполняться при наименьших материальных затратах и с наибольшей производительностью.

Технологический процесс должен быть запроектирован так, чтобы были правильно и полно использованы технологические возможности станков и инструментов.

Разработка технологического процесса может вестись либо в условиях действующего завода, либо при проектировании нового предприятия. В первом случае проектирование технологических процессов может выполняться как при переходе на новый объект производства, так и в процессе изготовления освоенного объекта.

В установившемся производстве изменение конструкций отдельных деталей и необходимость совершенствования методов обработки обуславливают пересмотр запроектированных ранее технологических процессов. Однако в этом случае характер разработки технологического процесса иной, чем при проектировании нового предприятия, необходимость

Общая сборка изделий в автотракторостроении осуществляется по принципу полной взаимозаменяемости деталей, подгрупп, групп и узлов, участвующих в этом процессе. Элементы поступают на участок общей сборки после их обкатки, испытания или контроля окончательно отрегулированными и поэтому пригоночные работы на общей сборке не производятся, а регулировка имеет место только в том случае, если это связано со спецификой технологического процесса общей сборки.

Так как общая сборка автомобилей и тракторов осуществляется в большинстве случаев на конвейере в регламентированном темпе, то особые требования предъявляются к рациональному расчленению процесса на операции и возможно более высокому уровню механизации всех работ.

Правильное расчленение работ общей сборки необходимо для обеспечения равномерной загрузки отдельных участков в пределах действительного темпа сборки, что имеет важное значение для повышения производительности труда и более качественного выполнения сборочных операций.

Механизация сборочных работ — основное условие повышения производительности труда. Здесь главное направление механизации — применение высокопроизводительной оснастки не только на основных, но и на вспомогательных работах. Механизация основных работ общей сборки должна осуществляться путем концентрации одноименных операций и выполнения их многошпиндельным инструментом.

Для механизации вспомогательных работ широко используются конвейеры с принудительным движением объекта сборки, электротельферы, пневматические подъемники, кран-балки и другие средства.

Большую роль для успешного осуществления общей сборки играет правильное питание конвейера и организация хранения заделов, поступающих с участков узловой сборки групп, подгрупп и деталей. Наибольшее распространение в автотракторостроении имеет метод питания линии транспортными конвейерами. В этом случае крупные детали поступают на общую сборку на обрабатывающих цехов, а узлы, группы и подгруппы с

участков узловой сборки непосредственно к соответствующим участкам главного сборочного конвейера. Темп работы последнего и скорость транспортного конвейера синхронизируются. Распределение соответствующих узлов обеспечивается автоматически. Транспортный конвейер, имеющий обычно большую протяженность, является одновременно и своеобразным складом готовых сборочных единиц.

Процесс общей сборки автомобилей рамной конструкции (грузовых) начинается с установки на конвейер рамы в перевернутом положении. На раму затем монтируют задний и передний мосты и рессоры, после чего рама специальным подъемником переворачивается в нормальное положение.

Общая сборка грузового автомобиля осуществляется после установки на конвейер рамы в следующей последовательности: монтируются задний мост, узлы тормозной системы, карданный вал, узел глушителя, брызговики опор двигателя, передняя ось и амортизаторы. Далее рама с закрепленными узлами переворачивается и устанавливаются буксирный узел, разобшительный кран, механизм и узлы выключения сцепления, кронштейн топливного бака и опоры кабины, механизм рулевого управления с гидроусилителем, передний буфер, двигатель, коробка передач, аккумулятор, топливный бак и фильтр, трубопроводы системы питания, радиатор, трубопроводы рулевого управления, кабина, колонка рулевого управления, тяги, рычаги и провода, платформа, электрооборудование, отопительная система, капот, передние и задние колеса. Затем собранный автомобиль подготавливается: к сдаче и приемке его контролером.

В процессе сборки выполняются регулировочные и контрольные операции, как, например, проверяется тормозная система, регулируется световой поток фар, заправляются система и агрегаты маслом, топливом и водой.

На ряде заводов применяют и другой порядок общей сборки рамных автомобилей. Вначале на тележки конвейера устанавливают задний и передний мосты. Далее по ходу процесса на мосты устанавливают раму как базовый узел, рессоры, топливный бак, двигатель, коробку передач, глушитель, правое и

левое крылья, карданный вал, систему питания, кабину, капот, водяную систему, группу рулевого управления, приводы управления топливной аппаратурой и ножного тормоза, приборы кабины, систему электрооборудования. Затем монтируют колеса, кузов, производят регулировки, заправку смазкой и тормозной жидкостью, контроль.

В процессе контроля проверяется комплектность и качество сборки узлов, а также правильность регулировки угла схождения колес, момента вращения рулевого колеса, тормозов, света фар и других систем и механизмов. После этого собранный автомобиль поступает на обкатку на специальный стенд, где обычно также производится приемка машины в работе.

Сборка автомобилей безрамной конструкции начинается с установки переднего моста, двигателя, заднего моста и установки кузова. Остальные узлы и группы после этого монтируются на кузов, являющийся 'базовым узлом. Вопросы взаимозаменяемости, точности, а также аккуратности выполнения всех сборочных работ в этом случае имеют еще большее значение, так как кузов легкового автомобиля подается на сборку в окончательно отделанном виде.

Кузова легковых автомобилей обычно собирают на специальных конвейерах: одном или нескольких. При отдельной сборке собирают узлы кузова (боковины, крылья, кормовую часть, усиления, детали пола и опоры сиденья). Далее собирают кузов без пола, после этого с полом, а затем на конвейере общей сборки кузовов окончательно монтируют все части. Сборку осуществляют на стапелях, которые при конвейерном процессе установлены на тележках.

Участки сборки кузовов и сборочные конвейеры в большинстве случаев вытянуты в линию.

Эта установка оборудована пятью сварочными машинами, осуществляющими точечную сварку 320 соединений, а также транспортерами и другими агрегатами. Окончательно собираются автомобили обычно на нескольких (четырёх-восьми) конвейерах, из которых один или два

предназначаются для укомплектования кузовов, два-три — для сборки и один-два — для мойки, смазки, регулировки и отделки. Общая длина конвейеров достигает 500—600 м и более. Собираемый автомобиль передается с конвейера на конвейер автоматизированными поворотными кругами или подъемниками.

В зависимости от конструктивных особенностей автомобиля порядок общей сборки его нередко отличается от общепринятого. Например, общая сборка автомобиля безрамной конструкции начинается с установки кузова в перевернутом положении на особую тележку первой секции напольного конвейера поперек его оси. Каркас кузова служит базовым узлом, на который устанавливают сверху узлы передней и задней подвесок, задний мост, систему рулевых тяг, топливных и тормозных трубопроводов. Далее кузов передается на вторую секцию напольного конвейера, где он устанавливается в обычном положении. На этом конвейере монтируют механизм рулевого управления, щиток приборов, сиденья и другие узлы кузова. Второй сборочный конвейер эстакадный. На нем узлы монтируются в следующем порядке: двигатель, карданный вал, глушитель, колеса и другие узлы. Далее автомобиль поступает на участок регулировки подвески и развала колес. После этого на стенде, создающем условия, соответствующие движению автомобиля со скоростью 120 км/ч, регулируются тормоза, подтягиваются крепления, контролируется работа двигателя и определяется степень шума коробки передач.

Третий конвейер, также эстакадный, предназначен для доукомплектования кузова. На нем монтируют двери, крышку багажника, оперение, а также все облицовочные и декоративные элементы кузова.

Узлы на этот конвейер поступают в окончательно отделанном виде, и во избежание порчи их применяют специальные защитные чехлы из синтетических тканей.

На ряде зарубежных автомобильных заводов на конвейерах общей сборки одновременно собирают автомобили одного типа, но различных модификаций.

2.2 Факторы, влияющие на построение технологического процесса

На технологический процесс механической обработки непосредственно влияют следующие факторы:

- 1) форма и размеры детали;
- 2) требуемая точность и чистота обрабатываемых поверхностей и другие технические условия на готовую деталь;
- 3) материал детали и ее термообработка;
- 4) характер заготовки;
- 5) программа выпуска деталей;
- 6) производственные возможности предприятия (наличный парк станков и прочие условия, при которых должна осуществляться обработка детали).

2.3 Исходные данные для проектирования технологического процесса

Для проектирования технологического процесса механической обработки *необходимы следующие основные материалы и сведения:*

- 1) рабочий чертеж обрабатываемой детали и другие технические условия на готовую деталь (если они имеются);
- 2) чертеж заготовки;
- 3) чертеж узла, в который входит обрабатываемая деталь;
- 4) готовой выпуск объектов производства;
- 5) количество запасных частей на каждый объект;
- 6) данные об оборудовании (паспорта станков, каталожный материал в соответствии с конъюнктурными условиями, сведения о размещении и загрузке существующего в цехе оборудования).

Кроме того, необходимы следующие справочные материалы:

- 1) нормами операционных припусков и допусков (ГОСТ и др);
- 2) данные о применяемых в промышленности охлаждающих жидкостях;
- 3) каталоги режущего, мерительного и вспомогательного инструмента;
- 4) стандарты сортамента материалов, изготавливаемых промышленностью;

5) нормативы по режимам резания, нормативы вспомогательного и подготовительно-заключительного времени и времени обслуживания рабочего места и перерывов на отдых;

6) таблицы величин врезания инструмента.

Подробное и тщательное ознакомление с чертежом детали и с другими техническими условиями на ее изготовление перед проектированием технологического процесса обработки обязательно. В большинстве случаев необходимо также подробное ознакомление со сборочными чертежами узлов и комплектов (или машины в целом), в которые входят обрабатываемые детали.

Проектирование технологического процесса механической обработки детали любой машины невозможно без знания всего комплекса технических требований, предъявляемых к этой детали. Перед началом разработки технологического процесса необходимо самое подробное и тщательное ознакомление с требованиями, которые предъявляются к детали. Основной документ, в котором зафиксированы такие требования, — это рабочий чертеж детали.

2.4 Требования к рабочим чертежам деталей

В рабочих чертежах приводятся почти все технические требования, предъявляемые к обработанной детали, указываются размеры и точность обработки отдельных поверхностей, точность их взаимной координации, места, подвергающиеся термической обработке, и род этой термической обработки, чистота поверхностей и т. д. В отдельных случаях сообщается о требуемом методе обработки для получения нужной чистоты. Кроме того, на чертеже всегда указываются места, покрываемые защитными покрытиями, род и толщина слоя этих покрытий.

Общая сборка изделий в автотракторостроении осуществляется по принципу полной взаимозаменяемости деталей, подгрупп, групп и узлов, участвующих в этом процессе. Элементы поступают на участок общей сборки

после их обкатки, испытания или контроля окончательно отрегулированными и поэтому пригоночные работы на общей сборке не производятся, а регулировка имеет место только в том случае, если это связано со спецификой технологического процесса общей сборки.

Так как общая сборка автомобилей и тракторов осуществляется в большинстве случаев на конвейере в регламентированном темпе, то особые требования предъявляются к рациональному расчленению процесса на операции и возможно более высокому уровню механизации всех работ.

Правильное расчленение работ общей сборки необходимо для обеспечения равномерной загрузки отдельных участков в пределах действительного темпа сборки, что имеет важное значение для повышения производительности труда и более качественного выполнения сборочных операций.

Механизация сборочных работ — основное условие повышения производительности труда. Здесь главное направление механизации — применение высокопроизводительной оснастки не только на основных, но и на вспомогательных работах. Механизация основных работ общей сборки должна осуществляться путем концентрации одноименных операций и выполнения их многошпиндельным инструментом.

Для механизации вспомогательных работ широко используются конвейеры с принудительным движением объекта сборки, электротельферы, пневматические подъемники, кран-балки и другие средства.

Большую роль для успешного осуществления общей сборки играет правильное питание конвейера и организация хранения заделов, поступающих с участков узловой сборки групп, подгрупп и деталей. Наибольшее распространение в автотракторостроении имеет метод питания линии транспортными конвейерами. В этом случае крупные детали поступают на общую сборку на обрабатывающих цехов, а узлы, группы и подгруппы с участков узловой сборки непосредственно к соответствующим участкам главного сборочного конвейера. Темп работы последнего и скорость транспортного конвейера синхронизируются. Распределение соответствующих

узлов обеспечивается автоматически. Транспортный конвейер, имеющий обычно большую протяженность, является одновременно и своеобразным складом готовых сборочных единиц.

Процесс общей сборки автомобилей рамной конструкции (грузовых) начинается с установки на конвейер рамы в перевернутом положении. На раму затем монтируют задний и передний мосты и рессоры, после чего рама специальным подъемником переворачивается в нормальное положение.

Общая сборка грузового автомобиля осуществляется после установки на конвейер рамы в следующей последовательности: монтируются задний мост, узлы тормозной системы, карданный вал, узел глушителя, брызговики опор двигателя, передняя ось и амортизаторы. Далее рама с закрепленными узлами переворачивается и устанавливаются буксирный узел, разобшительный кран, механизм и узлы выключения сцепления, кронштейн топливного бака и опоры кабины, механизм рулевого управления с гидроусилителем, передний буфер, двигатель, коробка передач, аккумулятор, топливный бак и фильтр, трубопроводы системы питания, радиатор, трубопроводы рулевого управления, кабина, колонка рулевого управления, тяги, рычаги и провода, платформа, электрооборудование, отопительная система, капот, передние и задние колеса. Затем собранный автомобиль подготавливается: к сдаче и приемке его контролером.

В процессе сборки выполняются регулировочные и контрольные операции, как, например, проверяется тормозная система, регулируется световой поток фар, заправляются система и агрегаты маслом, топливом и водой.

На ряде заводов применяют и другой порядок общей сборки рамных автомобилей. Вначале на тележки конвейера устанавливают задний и передний мосты. Далее по ходу процесса на мосты устанавливают раму как базовый узел, рессоры, топливный бак, двигатель, коробку передач, глушитель, правое и левое крылья, карданный вал, систему питания, кабину, капот, водяную систему, группу рулевого управления, приводы управления топливной аппаратурой и ножного тормоза, приборы кабины, систему

электрооборудования. Затем монтируют колеса, кузов, производят регулировки, заправку смазкой и тормозной жидкостью, контроль.

В процессе контроля проверяется комплектность и качество сборки узлов, а также правильность регулировки угла схождения колес, момента вращения рулевого колеса, тормозов, света фар и других систем и механизмов. После этого собранный автомобиль поступает на обкатку на специальный стенд, где обычно также производится приемка машины в работе.

Сборка автомобилей безрамной конструкции начинается с установки переднего моста, двигателя, заднего моста и установки кузова. Остальные узлы и группы после этого монтируются на кузов, являющийся 'базовым узлом. Вопросы взаимозаменяемости, точности, а также аккуратности выполнения всех сборочных работ в этом случае имеют еще большее значение, так как кузов легкового автомобиля подается на сборку в окончательно отделанном виде.

Кузова легковых автомобилей обычно собирают на специальных конвейерах: одном или нескольких. При отдельной сборке собирают узлы кузова (боковины, крылья, кормовую часть, усиления, детали пола и опоры сиденья). Далее собирают кузов без пола, после этого с полом, а затем на конвейере общей сборки кузовов окончательно монтируют все части. Сборку осуществляют на стапелях, которые при конвейерном процессе установлены на тележках.

Участки сборки кузовов и сборочные конвейеры в большинстве случаев вытянуты в линию.

Эта установка оборудована пятью сварочными машинами, осуществляющими точечную сварку 320 соединений, а также транспортерами и другими агрегатами. Окончательно собираются автомобили обычно на нескольких (четырёх-восьми) конвейерах, из которых один или два предназначены для укомплектования кузовов, два-три — для сборки и один-два — для мойки, смазки, регулировки и отделки. Общая длина конвейеров

достигает 500—600 м и более. Собираемый автомобиль передается с конвейера на конвейер автоматизированными поворотными кругами или подъемниками.

В зависимости от конструктивных особенностей автомобиля порядок общей сборки его нередко отличается от общепринятого. Например, общая сборка автомобиля безрамной конструкции начинается с установки кузова в перевернутом положении на особую тележку первой секции напольного конвейера поперек его оси. Каркас кузова служит базовым узлом, на который устанавливают сверху узлы передней и задней подвесок, задний мост, систему рулевых тяг, топливных и тормозных трубопроводов. Далее кузов передается на вторую секцию напольного конвейера, где он устанавливается в обычном положении. На этом конвейере монтируют механизм рулевого управления, щиток приборов, сиденья и другие узлы кузова. Второй сборочный конвейер эстакадный. На нем узлы монтируются в следующем порядке: двигатель, карданный вал, глушитель, колеса и другие узлы. Далее автомобиль поступает на участок регулировки подвески и развала колес. После этого на стенде, создающем условия, соответствующие движению автомобиля со скоростью 120 км/ч, регулируются тормоза, подтягиваются крепления, контролируется работа двигателя и определяется степень шума коробки передач.

Третий конвейер, также эстакадный, предназначен для доукомплектования кузова. На нем монтируют двери, крышку багажника, оперение, а также все облицовочные и декоративные элементы кузова.

Узлы на этот конвейер поступают в окончательно отделанном виде, и во избежание порчи их применяют специальные защитные чехлы из синтетических тканей.

На ряде зарубежных автомобильных заводов на конвейерах общей сборки одновременно собирают автомобили одного типа, но различных модификаций.

2.5 Разработка укрупненного маршрута обработки

После выбора метода получения заготовки приступаем к разработке технологического процесса.

Основной задачей этого этапа является составление общего плана обработки детали, формулировка содержания операций технологического процесса и выбор типа оборудования.

В процессе обработки деталь необходимо сориентировать относительно приспособления и закрепить. Такой процесс ориентации называется базированием, т.е. это процесс придания требуемого положения относительно выбранной системы координат в процессе конструирования, обработки, сборки.

Чтобы разработать технологический процесс обработки данной детали необходимо:

1. Выбрать базы.
2. Установить связь между обрабатываемыми и необрабатываемыми поверхностями.

Выбор баз играет особую роль при разработке технологического процесса, так как на этой операции решаются две важнейшие технологические задачи, которые влияют на весь ход процесса, а именно: устанавливается связь между обрабатываемыми и необрабатываемыми поверхностями и происходит распределение припуска на последующую обработку. Чтобы выполнить обе эти задачи рассмотрим два варианта.

Обработка отверстия всегда более трудоемка, чем обработка плоскости, поэтому нам нужно равномерное распределение припуска на обработку отверстия и это же отверстие мы примем в качестве технологической базы.

Схемы базирования на первой операции приведена на рисунке 2.2, синтез укрупненного маршрута обработки сведен в таблицу 2.1.

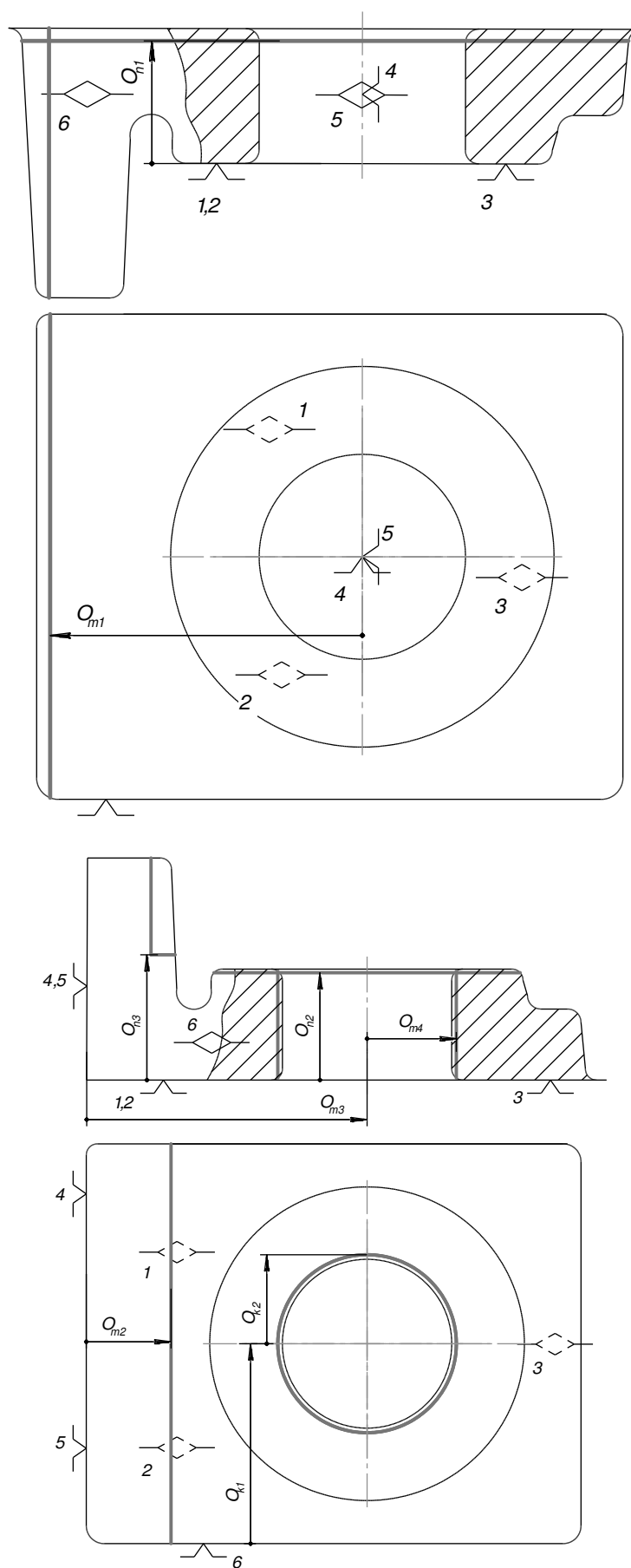


Рисунок 2.2 – Базирование на первых операциях

Таблица 2.1 – Маршрут технологического процесса изготовления детали

№	Операционный эскиз	Станок
1	2	3
005	Комбинированная О1 ФРЕЗП Мр7 О2 ФРЕЗП Nr12	Вертикальн о-фрезерный 6P12
010	Комбинированная О1 ФРЕЗП Мр6, Nr16 О2 ЗНKP отв. 4 с цеков. Nr15	Сверлильн о-фрезерно- расточной 2254ВМФ4
1	2	3

15	0	Вертикально-сверлильная отв. 10,11	Вертикал бно- сверлильный 2Н150
20	0	Вертикально-сверлильный О1 ЗНКЧ отв. 3 О2 СВРО отв. 4	Вертикал бно- сверлильный 2Н150

2.6 Размерный анализ технологического процесса

После разработки укрупненного маршрута обработки детали можно приступить непосредственно к размерному анализу технологического процесса.

Размерный анализ технологического процесса будет проводиться аналогично размерному анализу чертежа по 3-м осям.

Принимаем ту же систему координат, что и при размерном анализе чертежа. Для того, чтобы провести размерный анализ по осям изображаем заготовку с припусками (рисунки 2.3–2.4). После этого строим совмещенный граф, который получается в результате наложения исходного графа с конструкторскими размерами и размерами припусков на производный граф с технологическими размерами и размерами заготовки. Совмещенный граф технологического процесса дает полную информацию о детали.

Расчет и выявление размерных цепей начинается с двухзвенных размерных цепей, а затем выявляются цепи, где добавляется одно неизвестное звено.

2.7 Расчет режимов резания при обработке детали

Режимы резания определяются глубиной резания t , подачей S и скоростью резания V . Значения t , V , S влияют на точность и качество получаемой поверхности, производительность и себестоимость обработки.

Для обработки сначала устанавливают глубину резания, а затем подачу и скорость резания. Глубину резания принимаем равной припуску на заданный размер обрабатываемой поверхности.

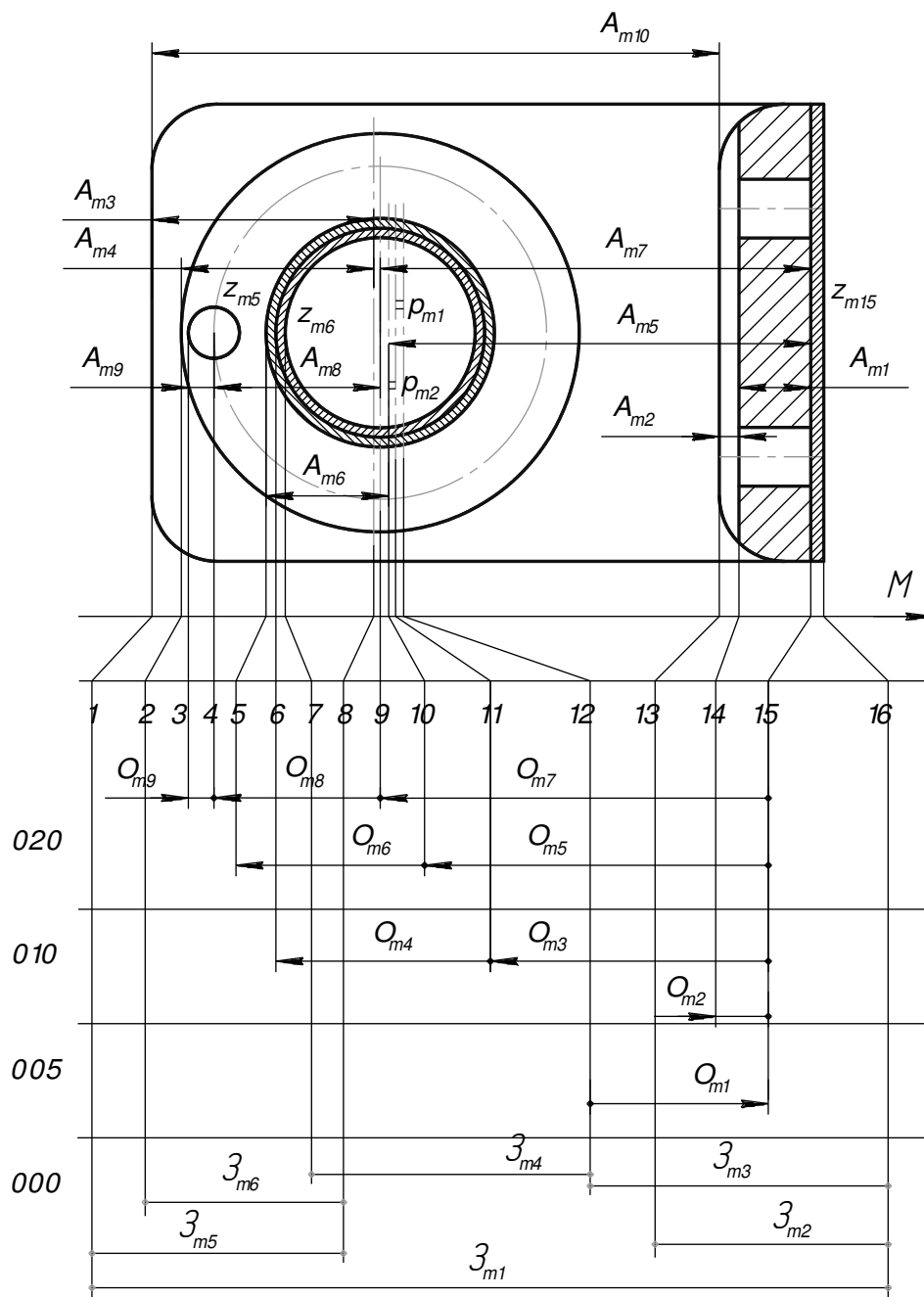


Рисунок 2.3 – Размерная схема технологического процесса по оси М

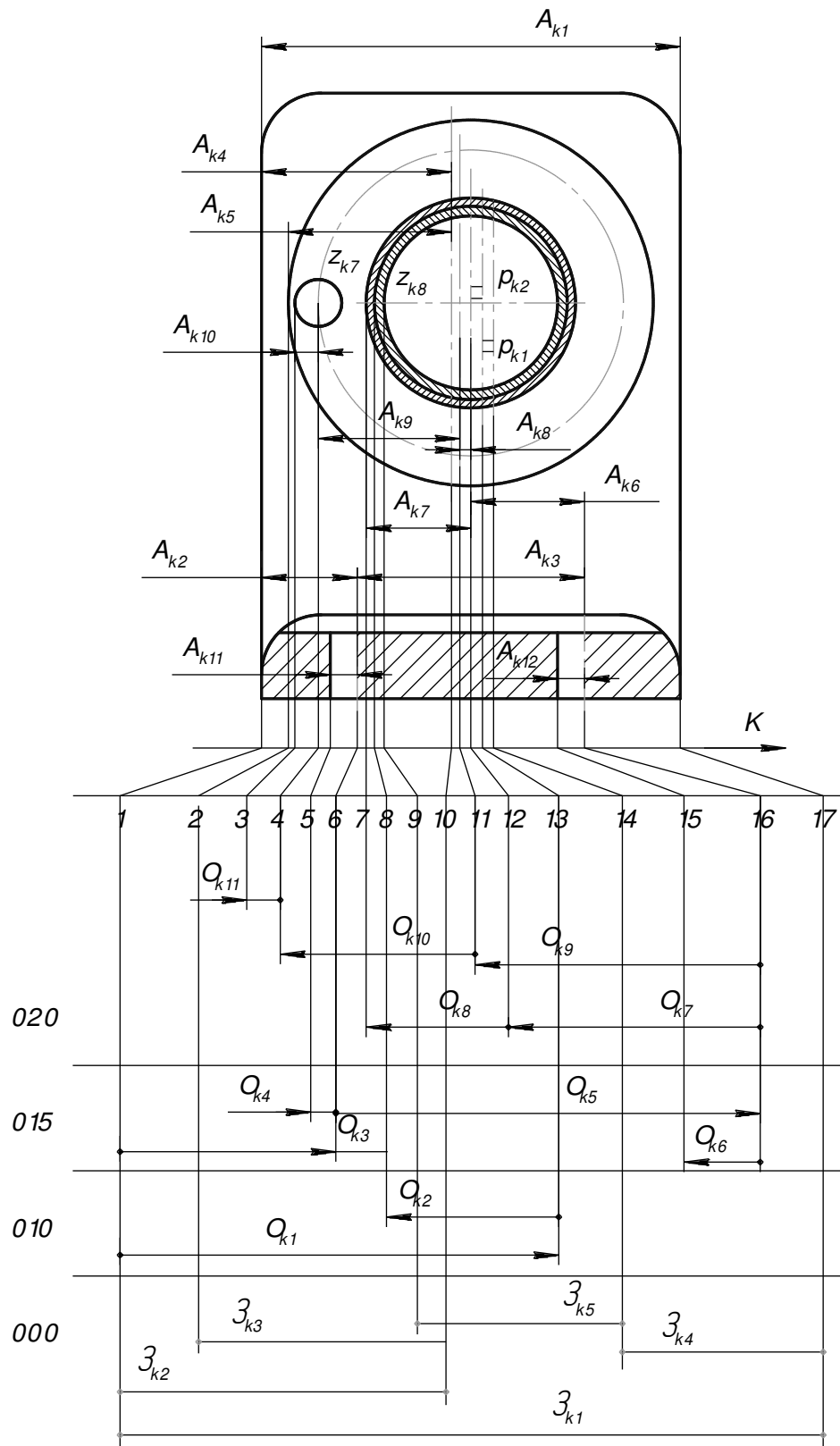


Рисунок 2.4 – Размерная схема технологического процесса по оси К

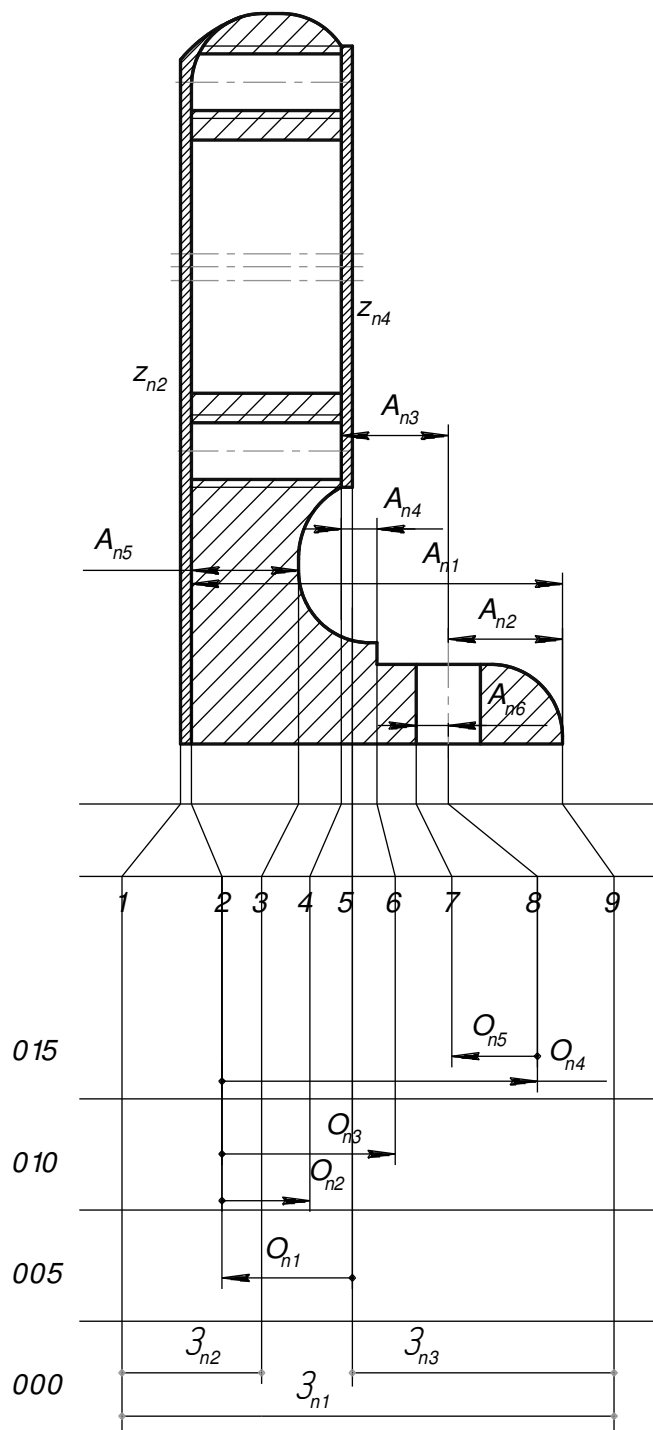


Рисунок 2.5– Размерная схема технологического процесса по оси N

Скорость резания зависит от выбранной глубины резания, подачи, качества и марки обрабатываемого материала, геометрических параметров режущей части инструмента и ряда других факторов. Скорость резания рассчитывают по

установленным для каждого вида обработки эмпирическим формулам, которые имеют следующий общий вид:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y}$$

Значения коэффициента C_v , характеризующие условия обработки, материал заготовки, глубину резания и подачу, и показателей степени, содержащихся в этих формулах, так же, как и период стойкости T инструмента, применяемого для данного вида обработки, выбираются из таблиц [2].

Операция 005 – фрезерование плоскости и торца. Фрезерование осуществляется на вертикально-фрезерном станке 6Р12 торцевой фрезой. Размеры фрезы определяем исходя из размеров обрабатываемой поверхности и глубины срезаемого слоя.

Скорость резания при фрезеровании рассчитывается:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} \cdot K_v,$$

где $B = 71$ мм – ширина фрезерования;

$C_v = 42$, $q = 0,2$, $x = 0,1$, $y = 0,4$, $u = 0,1$, $p = 0,1$, $m = 0,15$ [2, ч. 2, табл. 39 с. 288].

При торцевом фрезеровании диаметр фрезы должен быть больше ширины фрезерования, выбираем торцевую насадную фрезу со вставными ножами из быстрорежущей стали (ГОСТ 9304-69)

$D = (1,25 - 1,5)B = 1,3 \cdot 71 = 92,3$, принимаем $D = 95$, число зубьев $z = 12$;
[2, ч. 2, табл. 92 с. 187]

$T = 180$ мин – период стойкости фрезы [2, ч. 2, табл. 40 с. 290]

$t = 0,7$ мм – глубина резания

$s = 1,5$ мм/об, $s_z = 0,08$ мм

Общий поправочный коэффициент на скорость резания:

$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV}$, где

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v} = \left(\frac{190}{190} \right)^{1.25} = 1 \quad - \text{поправочный коэффициент, учитывающий}$$

влияние физико-механических свойств обработанного материала на скорость резания

$$HB = 190$$

$$n_v = 1,25 \quad - \text{для серого чугуна [2, ч. 2, табл. 2 с. 262];}$$

$K_{IV} = 0,8$ - поправочный коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания [2, ч. 2, табл. 5 с. 263];

$K_{UV} = 1$ - поправочный коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания [2, ч. 2, табл. 6 с. 263];

$$K_v = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 0,8$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} \cdot K_v = \frac{42 \cdot 95^{0,2}}{180^{0,15} \cdot 0,7^{0,1} \cdot 0,08^{0,4} \cdot 71^{0,1} \cdot 10^{0,1}} \cdot 0,8 = 28,3 \text{ мм/мин;}$$

Операция 010 – комбинированная, включающая как фрезерование, так и зенкерование. Для фрезерования расчет аналогичен операции 005.

Зенкерование отверстия с цекованием. Выбираем зенкер цельный твердосплавный с коническим хвостовиком (ГОСТ 21544-76) диаметром $D=36$ мм, длина рабочей части $l = 30$ мм [2, ч. 2, табл. 47 с. 153]

Скорость резания при зенкеровании рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S^y} \cdot K_v, \text{ где}$$

По справочнику выбираем

$$C_v = 105 \quad q = 0,4 \quad x = 0,15 \quad y = 0,45 \quad m = 0,4 \quad [2, \text{ ч. 2, табл. 29 с. 279}]$$

T – не нормируется

$$t = 0,5 \text{ мм}$$

$$s = 0,7 \text{ мм/об}$$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{UV} \cdot K_{IV}, \text{ где}$$

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v} = \left(\frac{190}{190} \right)^{1.3} = 1 \text{ - коэффициент на обрабатываемый материал}$$

$n^v = 1,3$ - для чугуна [2, ч. 2, табл. 2 с. 262];

$K_{HV} = 0,83$ - коэффициент на инструментальный материал.

$K_{IV} = 1$ - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$K_{IV} = 0,8$ - коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания.

$$K_v = 0,83 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,7$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S^y} \cdot K_v = \frac{105 \cdot 36^{0,4}}{0,5^{0,15} \cdot 0,7^{0,45}} \cdot 0,7 = 502 \text{ мм/мин}$$

Операция 015 – сверление двух отверстий. Выбираем сверло (ГОСТ 4010-77), диаметр сверла $d = 9$ мм, длина рабочей части $l = 30$ мм.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m S^y} \cdot K_v$$

По справочнику [2, ч. 2, табл. 28 с. 278] выбираем:

$$C_v = 14,7, q = 0,25, y = 0,55, m = 0,125, T = 15 \text{ мин}, t = 4,5 \text{ мм}, s = 0,1 \text{ мм/об}$$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{HV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV},$$

$$\text{где } K_{MV} = 1 \quad K_{HV} = 0,83 \quad K_{IV} = 1 \quad K_{IV} = 0,8$$

$$K_v = 0,83 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,7$$

Скорость резания определяется:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m S^y} \cdot K_v = \frac{14,7 \cdot 9^{0,25}}{15^{0,125} \cdot 0,1^{0,55}} \cdot 0,7 = 21,2 \text{ мм/мин}$$

Операция 020 – Зенкерование отверстия. Выбираем зенкер цельный твердосплавный с коническим хвостовиком (ГОСТ 21544-76) диаметром $D=36$ мм, длина рабочей части $l = 30$ мм [2, ч. 2, табл. 47 с. 153]

Скорость резания при зенкеровании рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S^y} \cdot K_v, \text{ где}$$

По справочнику выбираем

$$C_v = 105 \quad q = 0,4 \quad x = 0,15 \quad y = 0,45 \quad m = 0,4 \quad [2, \text{ ч. 2, табл. 29 с. 279}]$$

T – не нормируется

$$t = 0,2 \text{ мм}$$

$$s = 0,7 \text{ мм/об}$$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{HV} \cdot K_{IV} \cdot K_{PIV}, \text{ где}$$

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v} = \left(\frac{190}{190} \right)^{1,3} = 1 - \text{коэффициент на обрабатываемый материал}$$

$n_v = 1,3$ - для чугуна [2, ч. 2, табл. 2 с. 262];

$K_{HV} = 0,83$ - коэффициент на инструментальный материал.

$K_{IV} = 1$ - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$K_{PIV} = 0,8$ - коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания.

$$K_v = 0,83 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,7$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S^y} \cdot K_v = \frac{105 \cdot 36^{0,4}}{0,2^{0,15} \cdot 0,7^{0,45}} \cdot 0,7 = 678 \text{ мм/мин}$$

2.8 Нормирование технологического процесса

Под технически обоснованной нормой времени понимается время, необходимое для выполнения заданного объема работы (операции) при определенных организационно-технических условиях и наиболее эффективном использовании всех средств производства и передового опыта новаторов.

Норма времени на станочную операцию

$$T_{\text{ш}} = T_O + T_B + T_{OT} + T_{OBC}, \text{ где}$$

T_O – основное (машинное время);

T_B – вспомогательное время, состоящее из времени на установку и снятие детали, времени, связанного с переходом времени на измерение, смену инструмента и изменение режимов резания.

Основное время рассчитывается по формуле

$$T_O = \frac{L}{S_m} \cdot i, \text{ где}$$

i – количество рабочих ходов

$L = l + l_1 + l_2$ – расчетная длина обработки в направлении подачи, здесь

l – длина обработки по чертежу;

l_1 – дополнительная длина на врезание и перебег инструмента;

l_2 – дополнительная длина на взятие пробных стружек резания.

$S_m = s_0 \cdot n$ – минутная подача

Вспомогательное время T_B состоит из затрат времени на отдельные приемы:

$$T_B = t_{\text{yc}} + t_{\text{в.оп.}} + t_{\text{контр}}, \text{ где}$$

t_{yc} – время на установку и снятие детали

$t_{\text{в.оп.}}$ – вспомогательное время, связанное с выполнением операции

$t_{\text{контр}}$ – время на контрольное измерение детали

Расчет нормы времени на операции 005

$L = 110$ мм,

$s_0 = 1,5$ мм/об,

примем $n = 300$ об/мин,

$S_m = 1,5 \cdot 300 = 450$ мм/мин,

$$i = \frac{h}{t} = \frac{0,7}{0,7} = 1.$$

Тогда

$$T_O = \frac{L}{S_m} \cdot i = \frac{110}{450} \cdot 1 = 0,24 \text{ мин},$$

По таблицам [4, табл. 4.6-4.10 с. 159-163] выбираем:

$$t_{yc} = a \cdot Q^x = 0,235 \cdot 0,28^{0,21} = 0,18 \text{ мин},$$

$$t_{в.оп.} = 0,08 \text{ мин},$$

$$t_{контр} = 0,12 \text{ мин},$$

$$T_B = t_{yc} + t_{в.оп.} + t_{контр} = 0,18 + 0,08 + 0,12 = 0,38 \text{ мин}$$

$$T_{от} = 0,016 \text{ мин},$$

$$T_{обс} = 0,04 \text{ мин},$$

$$T_{ш} = T_O + T_B + T_{от} + T_{обс} = 0,24 + 0,38 + 0,016 + 0,04 = 0,676 \text{ мин}$$

Расчет нормы времени на операцию 010.

$$L = l + l_1 + l_2 = 22 + 8 + 8 = 38 \text{ мм},$$

$$s_0 = 0,7 \text{ мм/об},$$

$$\text{примем } n = 200 \text{ мин}^{-1},$$

$$S_m = 0,7 \cdot 200 = 140 \text{ мм/мин},$$

$$i = \frac{h}{t} = \frac{0,2}{0,2} = 1.$$

Тогда

$$T_O = \frac{L}{S_m} \cdot i = \frac{38}{140} \cdot 1 = 0,27 \text{ мин}.$$

По таблицам [4, табл. 4.6-4.10 с. 159-163] выбираем:

$$t_{yc} = a \cdot Q^x = 0,235 \cdot 0,28^{0,21} = 0,18 \text{ мин}$$

$$t_{в.оп.} = 0,078 \text{ мин},$$

$$t_{контр} = 0,117 \text{ мин},$$

$$T_B = t_{yc} + t_{в.оп.} + t_{контр} = 0,18 + 0,078 + 0,117 = 0,375 \text{ мин}$$

$$T_{от} = 0,0156 \text{ мин},$$

$$T_{обс} = 0,04 \text{ мин},$$

$$T_{ш} = T_O + T_B + T_{от} + T_{обс} = 0,27 + 0,375 + 0,0156 + 0,04 = 0,7 \text{ мин}$$

Расчет нормы времени на операцию 015.

$$L = l + l_1 + l_2 = 11 + 6 + 6 = 23 \text{ мм}$$

$$s_0 = 0,6 \text{ мм/об}$$

$$\text{примем } n = 300 \text{ об/мин}$$

$$S_m = 0,7 \cdot 300 = 210 \text{ мм/мин}$$

$$i = \frac{h}{t} = \frac{0,7}{0,7} = 1$$

Тогда

$$T_o = \frac{L}{S_m} \cdot i = \frac{23}{210} \cdot 1 = 0,11 \text{ мин}$$

По таблицам [4, табл. 4.6-4.10 с. 159-163] выбираем:

$$t_{yc} = a \cdot Q^x = 0,235 \cdot 0,28^{0,21} = 0,18 \text{ мин}$$

$$t_{в.оп.} = 0,11 \text{ мин},$$

$$t_{контр} = 0,165 \text{ мин},$$

$$T_B = t_{yc} + t_{в.оп.} + t_{контр} = 0,18 + 0,11 + 0,165 = 0,455 \text{ мин}$$

$$T_{от} = 0,016 \text{ мин}$$

$$T_{обс} = 0,04 \text{ мин}$$

$$T_{ш} = T_o + T_B + T_{от} + T_{обс} = 0,11 + 0,455 + 0,016 + 0,04 = 0,621 \text{ мин}$$

Расчет нормы времени на операцию 020.

$$L = l + l_1 + l_2 = 22 + 8 + 8 = 38 \text{ мм},$$

$$s_0 = 0,7 \text{ мм/об},$$

$$\text{примем } n = 200 \text{ об/мин},$$

$$S_m = 0,7 \cdot 200 = 140 \text{ мм/мин},$$

$$i = \frac{h}{t} = \frac{0,2}{0,2} = 1.$$

Тогда

$$T_o = \frac{L}{S_m} \cdot i = \frac{38}{140} \cdot 1 = 0,27 \text{ мин.}$$

По таблицам [4, табл. 4.6-4.10 с. 159-163] выбираем:

$$t_{yc} = a \cdot Q^x = 0,235 \cdot 0,28^{0,21} = 0,18 \text{ мин}$$

$$t_{в.оп.} = 0,078 \text{ мин,}$$

$$t_{контр} = 0,117 \text{ мин,}$$

$$T_B = t_{yc} + t_{в.оп.} + t_{контр} = 0,18 + 0,078 + 0,117 = 0,375 \text{ мин}$$

$$T_{от} = 0,0156 \text{ мин,}$$

$$T_{обс} = 0,04 \text{ мин,}$$

$$T_{и} = T_O + T_B + T_{от} + T_{обс} = 0,27 + 0,375 + 0,0156 + 0,04 = 0,7 \text{ мин}$$

На основании расчетов заполняются операционные карты (см. приложение)

3. КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ УСТАНОВОЧНО-ЗАЖИМНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

3.1 Общие сведения о станочных приспособлениях

Станочными приспособлениями называют устройства, помещаемые на станки и служащие для установки и зажима обрабатываемых деталей, а также для направления режущих инструментов.

Приспособления, служащие для установки и закрепления режущих инструментов, обычно называют вспомогательным инструментом.

Приспособления подразделяются на следующие виды:

1. *Нормальные приспособления* или принадлежности к станкам (кулачковые патроны, тиски станочные, патроны для зажима сверл

2. *Нормализованные* (специализируемые) приспособления. Их изготавливают серийно (в определенной гамме типоразмеров), но в незаконченном полностью состоянии: для каждого из них требуется изготовление дополнительных специальных элементов, в зависимости от конструкции и размеров детали, подлежащей обработке в них, и от характера выполняемой операции.

3. *Специальные приспособления* — это приспособления, проектируемые для заданной операции по обработке данной конкретной детали и изготавливаемые в единичных экземплярах.

С применением приспособлений можно достигнуть следующего:

1) устранить разметку деталей до их обработки и, следовательно, исключить выверку деталей на станке по разметке;

2) повысить точность обработки деталей за счет автоматического					ВКР 23.03.03.272.20 УЗП 00.00.00 ПЗ	
придания нужного положения обрабатываемой детали без выверки ее на станке						
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		
Разработано: М.А. Мухоморова					Лист	
Проверено: Марданов Р.Х.					Листов	
Н. Контр. Марданов Р.Х.					1 33	
Утвердил: Пикмүллин Г.В.					Казанский ГАУ каф. ОИД Группа Б262-10у	

3) увеличить производительность обработки за счет увеличения числа одновременно обрабатываемых деталей или числа одновременно работающих инструментов, а также за счет сокращения вспомогательного времени, связанного с установкой детали и выверкой ее положения на станке;

4) увеличить производительность за счет повышения режимов резания, возможного при увеличении жесткости закрепления деталей при применении приспособлений.

3.2 Требования к приспособлениям

Каждое требование к приспособлению должно быть выполнено простейшими средствами. Поэтому предъявляемые требования определяют круг задач, разрешаемых при проектировании. Из общих требований к приспособлениям учитывают прежде «всего следующие три:

1. Конструкция должна отвечать своему назначению — обеспечивать наибольшую производительность труда. Это требование выдвигает задачи технико-экономического характера.

2. Конструкция должна обеспечивать заданную точность обработки детали на операции. Это требование выдвигает задачи об ожидаемой точности, которую способно обеспечить приспособление, и о точности самого приспособления.

3. Конструкция должна быть удобной в эксплуатации. Это широкое требование охватывает ряд более узких:

- а) безопасность в работе;
- б) удобство установки и снятия детали;
- в) простота очистки от стружки;

г) отсутствие отъемных частей, могущих теряться, и другие, выполняемые главным образом при разработке конструкции, после разрешения принципиальных задач.

3.3 Элементы приспособлений

Чрезвычайное разнообразие конструкций приспособлений в значительной мере обусловлено субъективным подходом каждого конструктора к решению одной и той же задачи. Многообразие обрабатываемых деталей и обилие непринципиальных особенностей конструкций приспособлений приводят к тому, что классификация приспособлений получается либо очень громоздкой и сложной, либо недостаточно полной и правильной. Лучшие основы для изучения конструкций и методики их проектирования дает классификация элементов приспособлений по выполняемым ими функциям.

Элементом называют деталь или простейший узел приспособления, предназначенные для (выполнения определенной функции).

Характерных функций немного, соответственно немногочисленны и элементы приспособлений. В рамках учебного курса рассматривают следующие группы элементов:

- 1) установочные;
- 2) зажимные;
- 3) самоцентрирующие зажимные устройства;
- 4) элементы, направляющие инструмент;
- 5) корпуса и другие элементы;
- 6) делительные устройства;
- 7) копировальные устройства).

Проектирование элемента базируется на удовлетворении требований к нему, вытекающих из выполняемой им функции. Общность функций обуславливает общность требований, а общность требований—общую методику проектирования элементов одной группы. Поэтому для выяснения общих принципов проектирования нет нужды рассматривать множество конструктивных вариантов элементов или конструкций приспособлений. Расширение тематики в этом направлении означает увеличение количества частных примеров.

					ВКР 23.03.0327220 УЗП 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

3.4 Установочные элементы

Геометрическая определенность положения (установка) детали в направлении размера, координирующего обрабатываемую поверхность (исходного размера), достигается в результате придания некоторым из ее поверхностей (установочным базам) определенного положения относительно корпуса приспособления. Поэтому для обобщения многочисленных частных задач, относящихся к установке, далее будем рассматривать не установку каких-либо различных деталей, а установку различных поверхностей — различных установочных баз.

Общая сборка изделий в автотракторостроении осуществляется по принципу полной взаимозаменяемости деталей, подгрупп, групп и узлов, участвующих в этом процессе. Элементы поступают на участок общей сборки после их обкатки, испытания или контроля окончательно отрегулированными и поэтому пригоночные работы на общей сборке не производятся, а регулировка имеет место только в том случае, если это связано со спецификой технологического процесса общей сборки.

Так как общая сборка автомобилей и тракторов осуществляется в большинстве случаев на конвейере в регламентированном темпе, то особые требования предъявляются к рациональному расчленению процесса на операции и возможно более высокому уровню механизации всех работ.

Правильное расчленение работ общей сборки необходимо для обеспечения равномерной загрузки отдельных участков в пределах действительного темпа сборки, что имеет важное значение для повышения производительности труда и более качественного выполнения сборочных операций.

Механизация сборочных работ — основное условие повышения производительности труда. Здесь главное направление механизации — применение высокопроизводительной оснастки не только на основных, но и на вспомогательных работах. Механизация основных работ общей сборки должна

					ВКР 23.03.03 272.20 УЗП 00.00.00 ПЗ	Лист 4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

осуществляться путем концентрации одноименных операций и выполнения их многошпиндельным инструментом.

Для механизации вспомогательных работ широко используются конвейеры с принудительным движением объекта сборки, электротельферы, пневматические подъемники, кран-балки и другие средства.

Большую роль для успешного осуществления общей сборки играет правильное питание конвейера и организация хранения заделов, поступающих с участков узловой сборки групп, подгрупп и деталей. Наибольшее распространение в автотракторостроении имеет метод питания линии транспортными конвейерами. В этом случае крупные детали поступают на общую сборку на обрабатывающих цехов, а узлы, группы и подгруппы с участков узловой сборки непосредственно к соответствующим участкам главного сборочного конвейера. Темп работы последнего и скорость транспортного конвейера синхронизируются. Распределение соответствующих узлов обеспечивается автоматически. Транспортный конвейер, имеющий обычно большую протяженность, является одновременно и своеобразным складом готовых сборочных единиц.

Процесс общей сборки автомобилей рамной конструкции (грузовых) начинается с установки на конвейер рамы в перевернутом положении. На раму затем монтируют задний и передний мосты и рессоры, после чего рама специальным подъемником переворачивается в нормальное положение.

Общая сборка грузового автомобиля осуществляется после установки на конвейер рамы в следующей последовательности: монтируются задний мост, узлы тормозной системы, карданный вал, узел глушителя, брызговики опор двигателя, передняя ось и амортизаторы. Далее рама с закрепленными узлами переворачивается и устанавливаются буксирный узел, разобщительный кран, механизм и узлы выключения сцепления, кронштейн топливного бака и опоры кабины, механизм рулевого управления с гидроусилителем, передний буфер, двигатель, коробка передач, аккумулятор, топливный бак и фильтр, трубопроводы системы питания, радиатор, трубопроводы рулевого управления,

кабина, колонка рулевого управления, тяги, рычаги и провода, платформа, электрооборудование, отопительная система, капот, передние и задние колеса. Затем собранный автомобиль подготавливается: к сдаче и приемке его контролером.

В процессе сборки выполняются регулировочные и контрольные операции, как, например, проверяется тормозная система, регулируется световой поток фар, заправляются система и агрегаты маслом, топливом и водой.

На ряде заводов применяют и другой порядок общей сборки рамных автомобилей. Вначале на тележки конвейера устанавливают задний и передний мосты. Далее по ходу процесса на мосты устанавливают раму как базовый узел, рессоры, топливный бак, двигатель, коробку передач, глушитель, правое и левое крылья, карданный вал, систему питания, кабину, капот, водяную систему, группу рулевого управления, приводы управления топливной аппаратурой и ножного тормоза, приборы кабины, систему электрооборудования. Затем монтируют колеса, кузов, производят регулировки, заправку смазкой и тормозной жидкостью, контроль.

В процессе контроля проверяется комплектность и качество сборки узлов, а также правильность регулировки угла схождения колес, момента вращения рулевого колеса, тормозов, света фар и других систем и механизмов. После этого собранный автомобиль поступает на обкатку на специальный стенд, где обычно также производится приемка машины в работе.

Сборка автомобилей безрамной конструкции начинается с установки переднего моста, двигателя, заднего моста и установки кузова. Остальные узлы и группы после этого монтируются на кузов, являющийся 'базовым узлом'. Вопросы взаимозаменяемости, точности, а также аккуратности выполнения всех сборочных работ в этом случае имеют еще большее значение, так как кузов легкового автомобиля подается на сборку в окончательно отделанном виде.

Кузова легковых автомобилей обычно собирают на специальных конвейерах: одном или нескольких. При отдельной сборке собирают узлы

кузова (боковины, крылья, кормовую часть, усиления, детали пола и опоры сиденья). Далее собирают кузов без пола, после этого с полом, а затем на конвейере общей сборки кузовов окончательно монтируют все части. Сборку осуществляют на стапелях, которые при конвейерном процессе установлены на тележках.

Участки сборки кузовов и сборочные конвейеры в большинстве случаев вытянуты в линию.

Эта установка оборудована пятью сварочными машинами, осуществляющими точечную сварку 320 соединений, а также транспортерами и другими агрегатами. Окончательно собираются автомобили обычно на нескольких (четырёх-восьми) конвейерах, из которых один или два предназначены для укомплектования кузовов, два-три — для сборки и один-два — для мойки, смазки, регулировки и отделки. Общая длина конвейеров достигает 500—600 м и более. Собираемый автомобиль передается с конвейера на конвейер автоматизированными поворотными кругами или подъемниками.

В зависимости от конструктивных особенностей автомобиля порядок общей сборки его нередко отличается от общепринятого. Например, общая сборка автомобиля безрамной конструкции начинается с установки кузова в перевернутом положении на особую тележку первой секции напольного конвейера поперек его оси. Каркас кузова служит базовым узлом, на который устанавливают сверху узлы передней и задней подвесок, задний мост, систему рулевых тяг, топливных и тормозных трубопроводов. Далее кузов передается на вторую секцию напольного конвейера, где он устанавливается в обычном положении. На этом конвейере монтируют механизм рулевого управления, щиток приборов, сиденья и другие узлы кузова. Второй сборочный конвейер эстакадный. На нем узлы монтируются в следующем порядке: двигатель, карданный вал, глушитель, колеса и другие узлы. Далее автомобиль поступает на участок регулировки подвески и развала колес. После этого на стенде, создающем условия, соответствующие движению автомобиля со скоростью 120

км/ч, регулируются тормоза, подтягиваются крепления, контролируется работа двигателя и определяется степень шума коробки передач.

Третий конвейер, также эстакадный, предназначен для доукомплектования кузова. На нем монтируют двери, крышку багажника, оперение, а также все облицовочные и декоративные элементы кузова.

Узлы на этот конвейер поступают в окончательно отделанном виде, и во избежание порчи их применяют специальные защитные чехлы из синтетических тканей.

На ряде зарубежных автомобильных заводов на конвейерах общей сборки одновременно собирают автомобили одного типа, но различных модификаций.

3.5 Элементы зажимных устройств

Контакт с установочными элементами ставит деталь в предусмотренное положение относительно корпуса приспособления. Назначение зажимного устройства — обеспечить этот контакт к концу установки и поддерживать его во время обработки детали. Отсюда — два общих, безусловно обязательных, требования к закреплению (зажатию) детали и соответственно к любому зажимному устройству.

1. Зажатие не должно нарушать положение детали, достигнутое при установке.

2. Сила зажатия должна обеспечивать неизменность положения детали во время обработки.

Кроме этих обязательных, имеется еще много других требований, важность которых зависит от частных условий. Формулировать эти требования можно по-разному, но все они направлены на достижение следующих трех целей: а) уменьшить возможные деформации детали; б) уменьшить потребную силу зажатия; в) улучшить эксплуатационные качества приспособления. Пути к этим целям покажем для краткости с помощью простейших схем и отметим в виде некоторых общих правил. Выбор направления зажатия. Различают

					ВКР 23.03.0327220 УЗП 00.00.00 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

направление зажатия относительно детали и направление зажатия в рабочей зоне станка.

Общая сборка изделий в автотракторостроении осуществляется по принципу полной взаимозаменяемости деталей, подгрупп, групп и узлов, участвующих в этом процессе. Элементы поступают на участок общей сборки после их обкатки, испытания или контроля окончательно отрегулированными и поэтому пригоночные работы на общей сборке не производятся, а регулировка имеет место только в том случае, если это связано со спецификой технологического процесса общей сборки.

Так как общая сборка автомобилей и тракторов осуществляется в большинстве случаев на конвейере в регламентированном темпе, то особые требования предъявляются к рациональному расчленению процесса на операции и возможно более высокому уровню механизации всех работ.

Правильное расчленение работ общей сборки необходимо для обеспечения равномерной загрузки отдельных участков в пределах действительного темпа сборки, что имеет важное значение для повышения производительности труда и более качественного выполнения сборочных операций.

Механизация сборочных работ — основное условие повышения производительности труда. Здесь главное направление механизации — применение высокопроизводительной оснастки не только на основных, но и на вспомогательных работах. Механизация основных работ общей сборки должна осуществляться путем концентрации одноименных операций и выполнения их многошпиндельным инструментом.

Для механизации вспомогательных работ широко используются конвейеры с принудительным движением объекта сборки, электротельферы, пневматические подъемники, кран-балки и другие средства.

Большую роль для успешного осуществления общей сборки играет правильное питание конвейера и организация хранения заделов, поступающих с участков узловой сборки групп, подгрупп и деталей. Наибольшее распространение в автотракторостроении имеет метод питания линии

транспортными конвейерами. В этом случае крупные детали поступают на общую сборку на обрабатывающих цехов, а узлы, группы и подгруппы с участков узловой сборки непосредственно к соответствующим участкам главного сборочного конвейера. Темп работы последнего и скорость транспортного конвейера синхронизируются. Распределение соответствующих узлов обеспечивается автоматически. Транспортный конвейер, имеющий обычно большую протяженность, является одновременно и своеобразным складом готовых сборочных единиц.

Процесс общей сборки автомобилей рамной конструкции (грузовых) начинается с установки на конвейер рамы в перевернутом положении. На раму затем монтируют задний и передний мосты и рессоры, после чего рама специальным подъемником переворачивается в нормальное положение.

Общая сборка грузового автомобиля осуществляется после установки на конвейер рамы в следующей последовательности: монтируются задний мост, узлы тормозной системы, карданный вал, узел глушителя, брызговики опор двигателя, передняя ось и амортизаторы. Далее рама с закрепленными узлами переворачивается и устанавливаются буксирный узел, разоблицительный кран, механизм и узлы выключения сцепления, кронштейн топливного бака и опоры кабины, механизм рулевого управления с гидроусилителем, передний буфер, двигатель, коробка передач, аккумулятор, топливный бак и фильтр, трубопроводы системы питания, радиатор, трубопроводы рулевого управления, кабина, колонка рулевого управления, тяги, рычаги и провода, платформа, электрооборудование, отопительная система, капот, передние и задние колеса. Затем собранный автомобиль подготавливается: к сдаче и приемке его контролером.

В процессе сборки выполняются регулировочные и контрольные операции, как, например, проверяется тормозная система, регулируется световой поток фар, заправляются система и агрегаты маслом, топливом и водой.

На ряде заводов применяют и другой порядок общей сборки рамных автомобилей. Вначале на тележки конвейера устанавливают задний и передний

мосты. Далее по ходу процесса на мосты устанавливают раму как базовый узел, рессоры, топливный бак, двигатель, коробку передач, глушитель, правое и левое крылья, карданный вал, систему питания, кабину, капот, водяную систему, группу рулевого управления, приводы управления топливной аппаратурой и ножного тормоза, приборы кабины, систему электрооборудования. Затем монтируют колеса, кузов, производят регулировки, заправку смазкой и тормозной жидкостью, контроль.

В процессе контроля проверяется комплектность и качество сборки узлов, а также правильность регулировки угла схождения колес, момента вращения рулевого колеса, тормозов, света фар и других систем и механизмов. После этого собранный автомобиль поступает на обкатку на специальный стенд, где обычно также производится приемка машины в работе.

Сборка автомобилей безрамной конструкции начинается с установки переднего моста, двигателя, заднего моста и установки кузова. Остальные узлы и группы после этого монтируются на кузов, являющийся 'базовым узлом'. Вопросы взаимозаменяемости, точности, а также аккуратности выполнения всех сборочных работ в этом случае имеют еще большее значение, так как кузов легкового автомобиля подается на сборку в окончательно отделанном виде.

Кузова легковых автомобилей обычно собирают на специальных конвейерах: одном или нескольких. При отдельной сборке собирают узлы кузова (боковины, крылья, кормовую часть, усиления, детали пола и опоры сиденья). Далее собирают кузов без пола, после этого с полом, а затем на конвейере общей сборки кузовов окончательно монтируют все части. Сборку осуществляют на стапелях, которые при конвейерном процессе установлены на тележках.

Участки сборки кузовов и сборочные конвейеры в большинстве случаев вытянуты в линию.

Эта установка оборудована пятью сварочными машинами, осуществляющими точечную сварку 320 соединений, а также транспортерами и

другими агрегатами. Окончательно собираются автомобили обычно на нескольких (четырёх-восьми) конвейерах, из которых один или два предназначаются для укомплектования кузовов, два-три — для сборки и один-два — для мойки, смазки, регулировки и отделки. Общая длина конвейеров достигает 500—600 м и более. Собираемый автомобиль передается с конвейера на конвейер автоматизированными поворотными кругами или подъемниками.

В зависимости от конструктивных особенностей автомобиля порядок общей сборки его нередко отличается от общепринятого. Например, общая сборка автомобиля безрамной конструкции начинается с установки кузова в перевернутом положении на особую тележку первой секции напольного конвейера поперек его оси. Каркас кузова служит базовым узлом, на который устанавливают сверху узлы передней и задней подвесок, задний мост, систему рулевых тяг, топливных и тормозных трубопроводов. Далее кузов передается на вторую секцию напольного конвейера, где он устанавливается в обычном положении. На этом конвейере монтируют механизм рулевого управления, щиток приборов, сиденья и другие узлы кузова. Второй сборочный конвейер эстакадный. На нем узлы монтируются в следующем порядке: двигатель, карданный вал, глушитель, колеса и другие узлы. Далее автомобиль поступает на участок регулировки подвески и развала колес. После этого на стенде, создающем условия, соответствующие движению автомобиля со скоростью 120 км/ч, регулируются тормоза, подтягиваются крепления, контролируется работа двигателя и определяется степень шума коробки передач.

Третий конвейер, также эстакадный, предназначен для доукомплектования кузова. На нем монтируют двери, крышку багажника, оперение, а также все облицовочные и декоративные элементы кузова.

Узлы на этот конвейер поступают в окончательно отделанном виде, и во избежание порчи их применяют специальные защитные чехлы из синтетических тканей.

На ряде зарубежных автомобильных заводов на конвейерах общей сборки одновременно собирают автомобили одного типа, но различных модификаций.

3.6 Конструирование и расчет установочно-зажимного приспособления

Приспособление предназначено для установки и закрепления детали на комбинированной операции 010. Оно позволяет осуществить процесс базирования и фиксации детали в соответствии со схемой базирования (рисунок 3.1), разработанной при проектировании укрупненного маршрута.

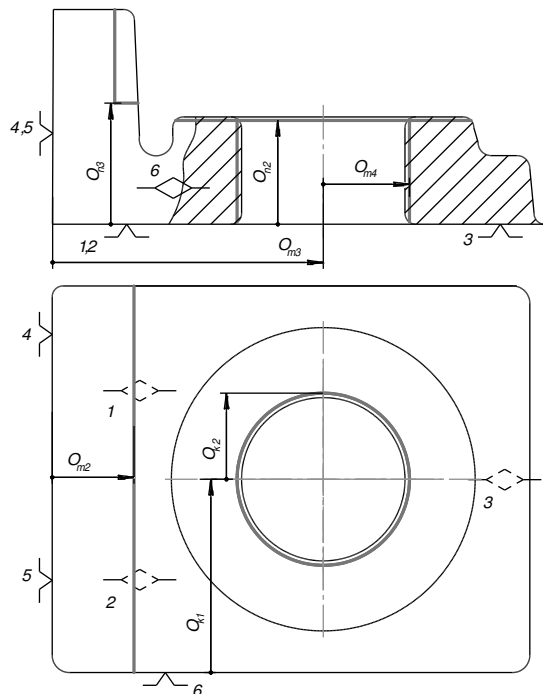


Рисунок 3.1 – Схема базирования на комбинированной операции 010

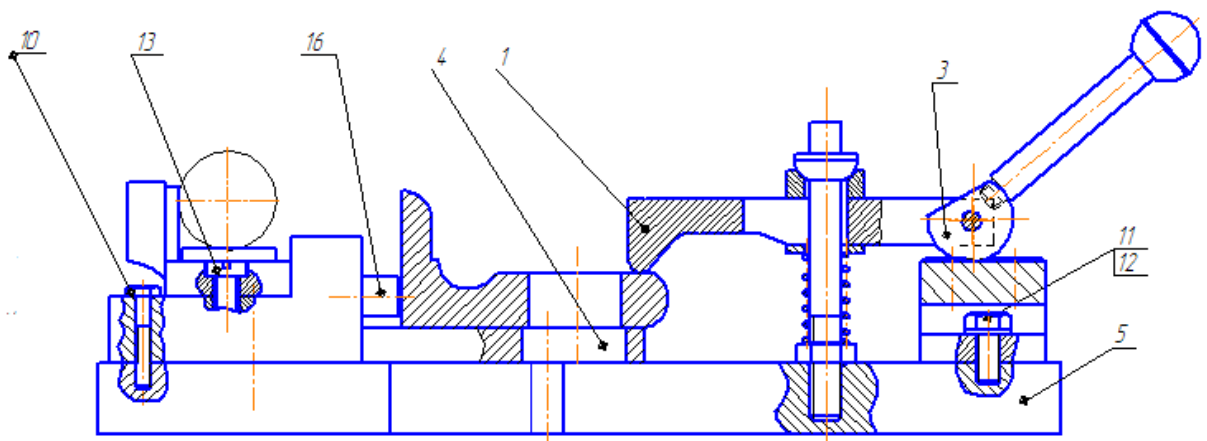


Рисунок 3.2 – Устройство приспособления

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 23.03.03272.20 УЗП 00.00.00 ПЗ

Лист

9

Заготовка устанавливается на основании **поз. 5**. Зажимается в приспособлении при помощи эксцентрикового зажима **поз. 3**. и прижима **поз. 1**. При этом заготовка опирается на плиту **поз. 4**. и опоры **поз. 16**. Сверление отверстий в кронштейне производим по кондуктору. Это обеспечивает заданную точность расположения отверстий и сокращает время при сверлении.

В качестве зажима применяется зажим эксцентриковый (рисунок 3.3), для которого проведем расчет сил зажима.

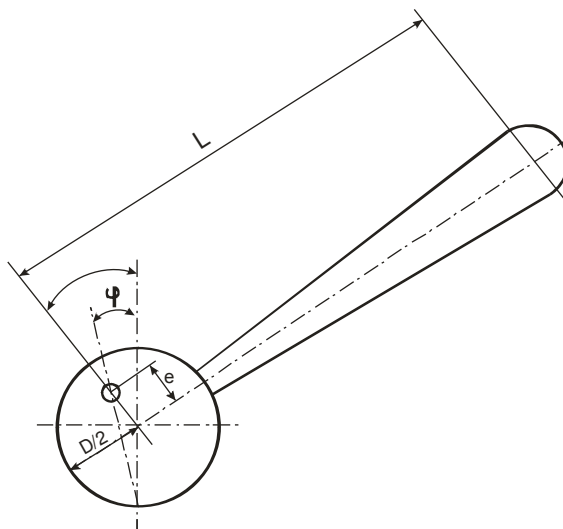


Рисунок 3.3 – Зажим эксцентриковый

Величина сил зажима определяется из условия равновесия сил, возникающих в процессе обработки, сил зажима и реакций опор. Причем основными силами процесса являются силы резания. Определяется требуемая сила зажима с учетом коэффициента запаса K , предусматривающего возможное увеличение силы резания вследствие затупления режущего инструмента, неоднородности обрабатываемого материала, неравномерности припуска и т.д.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5;$$

где: $K_0 = 1,5$ – гарантированный коэффициент запаса для всех случаев;

K_1 – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовок, $K_1 = 1,2$ (чистовая заготовка);

K_2 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания от прогрессирующего затупления инструмента, $K_2 = 1,2$;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 23.03.03 272 20 УЗП 00.00.00 ПЗ

Лист

10

K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при прерывистом резании, $K_3 = 1,0$;

K_4 – коэффициент, учитывающий постоянство силы зажима, развиваемой силовым приводом приспособления, $K_4 = 1,3$;

K_5 – коэффициент, учитываемый только при наличии крутящих моментов, стремящихся повернуть обрабатываемую деталь, $K_5 = 1,0$.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 = 2,8.$$

Рассчитаем требуемое усилие зажима:

$$W = K \cdot \frac{P_2(b + a \cdot f) + P_1 \cdot Z_0}{f^2 \cdot a + b \cdot f + Z};$$

$$N_{рез} = (E \cdot V \cdot t \cdot Z) / 1000 \cdot K_1 \cdot K_2 = 0,6 \cdot (90 \cdot 3,5 \cdot 5) / 1000 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 1,04 \text{ кВт}$$

$$P = N_{рез} / V = 1000 \cdot 1,04 / 90 = 11,5 \text{ Н}$$

где: $P_1 = 11,5 \text{ Н}$; $P_2 = 0,3 \cdot P_1 = 3,46 \text{ Н}$; – силы резания;

$f = 0,25$ – коэффициент трения на рабочих поверхностях зажимов (для гладких поверхностей);

K – коэффициент запаса;

$a = 80 \text{ мм}$; $b = 30 \text{ мм}$; $Z = 23 \text{ мм}$; $Z_0 = 40 \text{ мм}$

$$W = 2,8 \cdot \frac{3,46 \cdot (30 + 80 \cdot 0,25) + 11,5 \cdot 40}{0,25^2 \cdot 80 + 30 \cdot 0,25 + 23} = 19,9 \text{ кгс}.$$

Возможное усилие зажима.

Усилие зажима круговым эксцентриком определяется по формуле:

$$W = \frac{Q \cdot l}{p \cdot [tg(\alpha + \varphi) + tg \varphi_1]};$$

где: $Q = 15 \text{ кгс}$ – сила, приложенная к рукоятке эксцентрика;

l – плечо приложения силы в мм;

$D = 32 \text{ мм}$ – диаметр кругового эксцентрика;

$p = 10 \text{ мм}$ – расстояние от оси вращения эксцентрика до точки соприкосновения его с изделием;

$\varphi = 5,7^\circ$ – угол трения между изделием и эксцентриком;

$\varphi_1 = 5,7^\circ$ – угол трения на оси эксцентрика;

α – угол подъема кривой эксцентрика

					ВКР 23.03.03 272 20 УЗП 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

$$l = l_1 + 0.5 \cdot D;$$

где $l_1 = 70$ мм – длина рукоятки.

$$l = 70 + 0.5 \cdot 32 = 86 \text{ мм.}$$

Определяем угол подъема кривой эксцентрика α .

Допускаемый угол поворота эксцентрика $\gamma = 45^\circ$.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{e \cdot \cos \beta}{0.5 \cdot D - e \cdot \sin \beta};$$

где: $e = 1.7$ мм – эксцентриситет;

$$\beta = 90^\circ - \gamma = 90^\circ - 45^\circ = 45^\circ.$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1.7 \cdot \cos 45^\circ}{0.5 \cdot 32 - 1.7 \cdot \sin 45^\circ} = 0.081;$$

$$\alpha = 4,64^\circ;$$

$$W = \frac{15 \cdot 86}{10 \cdot [\operatorname{tg}(4.64^\circ + 5.7^\circ) + \operatorname{tg} 5.7^\circ]} = 457.01 \text{ кгс.}$$

Расчет болтового соединения

Материал болта Ст.3 класс прочности 3.6

Предел прочности $\zeta_b = 3, 30 = 30 \text{ кг/мм}^2 = 30 \text{ МПа}$.

Предел прочности $\zeta_r = 3, 6 = 18 \text{ кг/мм}^2 = 180 \text{ МПа}$.

Допускаемое напряжение на расстоянии определяем по формуле

$$[\zeta] = \frac{\zeta}{[n]},$$

где $[n]$ - требуемый коэффициент запаса прочности;

$[n] = 5 \dots 4$ для болтов с диаметром резьбы $b = 16$ мм.

$$[T_p] = \frac{180}{4,5} = 40 \text{ МПа}$$

Болт поставлен с зазором в этом случае должно выполняться условно, определяем по формуле 10.16 [30]:

$$F_{\text{тр}} > Q,$$

$$F_{\text{тр}} = P \cdot ? > Q,$$

где P - усилие затяжки;

$?$ - коэффициент скольжения, $? = 0,1 \dots 0,5$ без смазки.

					ВКР 23.03.03 272.20 УЗП 00.00.00 ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

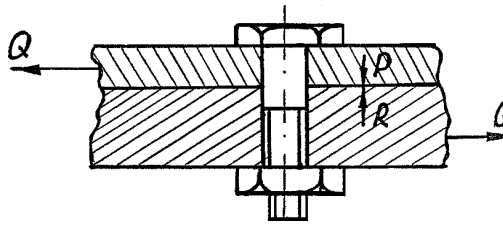


Рисунок 3.2 Болтовое соединение

$$P = K * Q,$$

где K - коэффициент запаса прочности, $K=1,7$;

$$P = \frac{K * Q}{F * i},$$

где i - число болтов.

$$P = \frac{1,2 * 480}{0,2} = 2400 \text{ МПа.}$$

$$\zeta = [\zeta]_p < \frac{4P}{d}.$$

Отсюда:

$$d_1 > \frac{4P * 1,3}{\pi * [\zeta_p]}.$$

Определим диаметр стержня d_1 по формуле 10.17 [30]:

$$d > \frac{4 * 2400 * 1,3}{3,14 * 40} = 99,3 = 9,9 \text{ мм.}$$

Диаметр стержня болта принимать $d_1=10$ мм.

Проверку на прочность определяем по формуле 10.18 [30]:

$$\zeta_p < [\zeta_p] * \frac{4 * P}{\pi * d_1^2};$$

$$\zeta_p < \frac{4 * 2400}{3,14 * 10^2} = 3,05 \text{ МПа;}$$

$$30,5 < 40.$$

Проверка на смятие определяется по формуле 10.19 [30]:

$$\zeta_{см} < [\zeta_{см}],$$

$$\zeta_{см} = \frac{Q}{F_{см}} = \frac{P * i}{F_{см}},$$

где $F_{см}$ - площадь опорной поверхности стыка, без учета отверстия, мм.

$$F_{см} = 160 * 50 = 800 \text{ мм}^2,$$

					ВКР 23.03.03 272 20 УЗП 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

$$\zeta_{с.м} = \frac{2400 * 2}{800} = 0,6 .$$

$$0,6 < 14,4.$$

Проведенные конструктивные расчеты позволяют создать предложенную конструкцию

3.7 Организация техники безопасности и противопожарные мероприятия

3.7.1 Анализ опасных и вредных факторов

Под опасными производственными факторами понимают факторы, воздействие которых на работающего в определенных условиях, приводит к травме или другому внезапному ухудшению здоровья.

При работе металлорежущих станках на рабочего могут воздействовать следующие опасные и вредные факторы:

- шум;
- вибрация;
- вредные вещества;

Также необходимо исключить производственный травматизм и обеспечить пожарную и взрывную безопасность при эксплуатации станков.

Источником опасности может быть и сам человек.

Теперь о каждом факторе подробнее.

3.7.2 Шум.

Шум отрицательно влияет на организм человека, и в первую очередь на его центральную нервную и сердечно-сосудистые системы. Длительное воздействие шума снижает остроту слуха и зрения, повышает кровяное давление, утомляет центральную нервную систему, в результате чего ослабляет внимание, увеличивается количество ошибок в действиях работающего, снижается производительность труда. Воздействие шума приводит к

					ВКР 23.03.0327220 УЗП 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

появлению профессиональных заболеваний и может также явиться причиной производственного травматизма.

В нашем случае источниками шума являются: гидроударное устройство, элементы ходовой части гусеничного движителя трактора, детали и узлы рыхлительного оборудования, корпус двигателя внутреннего сгорания (механические), системы выпуска и всасывания двигателя внутреннего сгорания (аэродинамические), элементы гидросистем (гидромеханические), генератор и элементы электросистемы (электромагнитные).

В России допустимые уровни шума на рабочих местах водителей и обслуживающего персонала строительных, дорожных и другого вида машин регламентируется ГОСТ 12.1.003. – 83 (СТСЭВ 1930 - 79) «Шум. Общие требования безопасности». Внешний шум определяется санитарными нормами 1102 – 73.

Для рабочих мест при работе оператора с дистанционным управлением спектры шума регламентируются: МС – 80, а допустимый УЗ –91...93 дБ, т.е. превышение шума на 6...8 дБ.

Средства и методы защиты от шума оператора.

Классификация средств и методов защиты от шума установлены ГОСТ 12.1.029 – 88 «Средства и методы защиты от шума». Этот стандарт распространяется на рабочие места производственных, вспомогательных помещений, а также на территории промышленных предприятий.

Общая классификация средств, снижающих шум, приведена ниже:

1. Снижение шума в источнике его возникновения (механического, аэродинамического и структурного шумов). Установка глушителя на выпуск двигателя внутреннего сгорания рыхлителя активного действия.
2. Снижение шума на пути его распространения (передача воздушного и структурного шумов). Установка глушителя на источник шума, исключение люфтов отдельных узлов рыхлителя.
3. Акустические средства защиты от шума:

					ВКР 23.03.03272.20 УЗП 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

- звукоизоляция (облицовка звукопоглощающим материалом кабины базовой машины);
 - звукопоглощение (облицовка капота с внутренней стороны, поглотителями звука);
 - виброизоляция кабины или места оператора (опоры ставятся под сиденье и под кабину оператора, прокладки, разрывы);
 - демпфирование (с сухим трением, вязким трением, внутренним трением);
 - глушители шума (реактивные, комбинированные) на выхлопные газы;
- Существуют и методы защиты от шума:

Архитектурно-планировочные (рациональные акустические решения размещения рабочего места) и организационно-технические (рациональные режимы труда и отдыха работающих операторов рыхлителя).

3.7.3 Вибрация.

При воздействии вибрации на организм важную роль играют анализаторы центральной нервной системы – вестибулярный и другие аппараты.

Общая сборка изделий в автотракторостроении осуществляется по принципу полной взаимозаменяемости деталей, подгрупп, групп и узлов, участвующих в этом процессе. Элементы поступают на участок общей сборки после их обкатки, испытания или контроля окончательно отрегулированными и поэтому пригоночные работы на общей сборке не производятся, а регулировка имеет место только в том случае, если это связано со спецификой технологического процесса общей сборки.

Так как общая сборка автомобилей и тракторов осуществляется в большинстве случаев на конвейере в регламентированном темпе, то особые требования предъявляются к рациональному расчленению процесса на операции и возможно более высокому уровню механизации всех работ.

Правильное расчленение работ общей сборки необходимо для обеспечения равномерной загрузки отдельных участков в пределах действительного темпа

					ВКР 23.03.0327220 УЗП 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

сборки, что имеет важное значение для повышения производительности труда и более качественного выполнения сборочных операций.

Механизация сборочных работ — основное условие повышения производительности труда. Здесь главное направление механизации — применение высокопроизводительной оснастки не только на основных, но и на вспомогательных работах. Механизация основных работ общей сборки должна осуществляться путем концентрации одноименных операций и выполнения их многошпиндельным инструментом.

Для механизации вспомогательных работ широко используются конвейеры с принудительным движением объекта сборки, электротельферы, пневматические подъемники, кран-балки и другие средства.

Большую роль для успешного осуществления общей сборки играет правильное питание конвейера и организация хранения заделов, поступающих с участков узловой сборки групп, подгрупп и деталей. Наибольшее распространение в автотракторостроении имеет метод питания линии транспортными конвейерами. В этом случае крупные детали поступают на общую сборку на обрабатывающих цехов, а узлы, группы и подгруппы с участков узловой сборки непосредственно к соответствующим участкам главного сборочного конвейера. Темп работы последнего и скорость транспортного конвейера синхронизируются. Распределение соответствующих узлов обеспечивается автоматически. Транспортный конвейер, имеющий обычно большую протяженность, является одновременно и своеобразным складом готовых сборочных единиц.

Процесс общей сборки автомобилей рамной конструкции (грузовых) начинается с установки на конвейер рамы в перевернутом положении. На раму затем монтируют задний и передний мосты и рессоры, после чего рама специальным подъемником переворачивается в нормальное положение.

Общая сборка грузового автомобиля осуществляется после установки на конвейер рамы в следующей последовательности: монтируются задний мост, узлы тормозной системы, карданный вал, узел глушителя, брызговики опор

двигателя, передняя ось и амортизаторы. Далее рама с закрепленными узлами переворачивается и устанавливаются буксирный узел, разобщительный кран, механизм и узлы выключения сцепления, кронштейн топливного бака и опоры кабины, механизм рулевого управления с гидроусилителем, передний буфер, двигатель, коробка передач, аккумулятор, топливный бак и фильтр, трубопроводы системы питания, радиатор, трубопроводы рулевого управления, кабина, колонка рулевого управления, тяги, рычаги и провода, платформа, электрооборудование, отопительная система, капот, передние и задние колеса. Затем собранный автомобиль подготавливается: к сдаче и приемке его контролером.

В процессе сборки выполняются регулировочные и контрольные операции, как, например, проверяется тормозная система, регулируется световой поток фар, заправляются система и агрегаты маслом, топливом и водой.

На ряде заводов применяют и другой порядок общей сборки рамных автомобилей. Вначале на тележки конвейера устанавливают задний и передний мосты. Далее по ходу процесса на мосты устанавливают раму как базовый узел, рессоры, топливный бак, двигатель, коробку передач, глушитель, правое и левое крылья, карданный вал, систему питания, кабину, капот, водяную систему, группу рулевого управления, приводы управления топливной аппаратурой и ножного тормоза, приборы кабины, систему электрооборудования. Затем монтируют колеса, кузов, производят регулировки, заправку смазкой и тормозной жидкостью, контроль.

В процессе контроля проверяется комплектность и качество сборки узлов, а также правильность регулировки угла схождения колес, момента вращения рулевого колеса, тормозов, света фар и других систем и механизмов. После этого собранный автомобиль поступает на обкатку на специальный стенд, где обычно также производится приемка машины в работе.

Сборка автомобилей безрамной конструкции начинается с установки переднего моста, двигателя, заднего моста и установки кузова. Остальные узлы и группы после этого монтируются на кузов, являющийся 'базовым узлом.

Вопросы взаимозаменяемости, точности, а также аккуратности выполнения всех сборочных работ в этом случае имеют еще большее значение, так как кузов легкового автомобиля подается на сборку в окончательно отделанном виде.

Кузова легковых автомобилей обычно собирают на специальных конвейерах: одном или нескольких. При раздельной сборке собирают узлы кузова (боковины, крылья, кормовую часть, усиления, детали пола и опоры сиденья). Далее собирают кузов без пола, после этого с полом, а затем на конвейере общей сборки кузовов окончательно монтируют все части. Сборку осуществляют на стапелях, которые при конвейерном процессе установлены на тележках.

Участки сборки кузовов и сборочные конвейеры в большинстве случаев вытянуты в линию.

Эта установка оборудована пятью сварочными машинами, осуществляющими точечную сварку 320 соединений, а также транспортерами и другими агрегатами. Окончательно собираются автомобили обычно на нескольких (четырёх-восьми) конвейерах, из которых один или два предназначаются для укомплектования кузовов, два-три — для сборки и один-два — для мойки, смазки, регулировки и отделки. Общая длина конвейеров достигает 500—600 м и более. Собираемый автомобиль передается с конвейера на конвейер автоматизированными поворотными кругами или подъемниками.

В зависимости от конструктивных особенностей автомобиля порядок общей сборки его нередко отличается от общепринятого. Например, общая сборка автомобиля безрамной конструкции начинается с установки кузова в перевернутом положении на особую тележку первой секции напольного конвейера поперек его оси. Каркас кузова служит базовым узлом, на который устанавливают сверху узлы передней и задней подвесок, задний мост, систему рулевых тяг, топливных и тормозных трубопроводов. Далее кузов передается на вторую секцию напольного конвейера, где он устанавливается в обычном положении. На этом конвейере монтируют механизм рулевого управления,

щиток приборов, сиденья и другие узлы кузова. Второй сборочный конвейер эстакадный. На нем узлы монтируются в следующем порядке: двигатель, карданный вал, глушитель, колеса и другие узлы. Далее автомобиль поступает на участок регулировки подвески и развала колес. После этого на стенде, создающем условия, соответствующие движению автомобиля со скоростью 120 км/ч, регулируются тормоза, подтягиваются крепления, контролируется работа двигателя и определяется степень шума коробки передач.

Третий конвейер, также эстакадный, предназначен для доукомплектования кузова. На нем монтируют двери, крышку багажника, оперение, а также все облицовочные и декоративные элементы кузова.

Узлы на этот конвейер поступают в окончательно отделанном виде, и во избежание порчи их применяют специальные защитные чехлы из синтетических тканей.

На ряде зарубежных автомобильных заводов на конвейерах общей сборки одновременно собирают автомобили одного типа, но различных модификаций.

3.7.4 Вредные вещества.

Наиболее вредна мелкая пыль размерами частиц до 10 мкм, так как она не задерживается в верхних дыхательных путях, проникает в легкие и вызывает заболевание различными видами пневмонии. Пыль более крупная задерживается на слизистых оболочках верхних дыхательных путей и оказывает раздражающее действие, вызывая хронические заболевания бронхов. Кроме того, при длительном пребывании в пыльной зоне у человека возникают заболевания кожи, ушей и глаз.

Нормирование пыли по ГОСТ 12.1.005-88 и ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Концентрация пыли в кабине не должна превышать 10 мг/м³.

При содержании в пыли оксида кремния SiO₂ до 2% производит среднюю концентрацию пыли 10 мг/м³, свыше 2% - до 4 мг/м³, 10 – 70% - 2 мг/м³, более 70% - 1 мг/м³.

По характеру воздействия на организм человека яды делят на удушающие (оксид углерода, синильная кислота), раздражающие (бензол, бензин, фенол, метилакрилат).

Особенно вредны для организма человека вещества, выбрасываемые двигателем внутреннего сгорания в окружающую среду, оксид углерода СО (углекислый газ), вызывает в организме кислородное голодание. Концентрация СО в кабине не должна превышать 20 мг/м^3 ; оксид азота приводит к отеку легких; альдегиды действуют как наркотики; углеводороды, канцерогены, в том числе наиболее активные – бензапрен, способствуют появлению злокачественных опухолей.

Вредны для дыхания и взвешенные в воздухе капельки кислот, масел и других летучих жидкостей. Так, при зарядке кислотных аккумуляторов вблизи них образуется туман серной кислоты, при охлаждении эмульсий нагретых металлических изделий образуется туман от испарения масел.

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений установлены ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны». Классификация и предельно допустимое содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны изложены в ГОСТ 12.1.005-88 и ГОСТ 12.1.007-86 «Вредные вещества».

Защита человеческого организма от воздействия вредных веществ, выделяющихся в ходе технологических процессов, осуществляется следующим способом: удаление вредных веществ из рабочей зоны кабины или герметизацией ее, применением вентиляционных систем в частности местных защит, применением фильтров на выпуске. Для защиты от пыли применяются те же мероприятия, что для защиты от вредных веществ.

3.7.5 Правовые и организационные вопросы охраны труда

					ВКР 23.03.0327220 ЧЗП 00.00.00 ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Правильная организация работы по охране труда снижает травматизм и профессиональную заболеваемость на производстве.

За безопасность труда на предприятии при отвечает главный инженер и инженер по технике безопасности.

Руководители и главные инженеры организаций в своей повседневной практической работе по охране труда обязаны:

— обеспечивать во вверенных им подразделениях исправность и безопасное состояние производственных и вспомогательных помещений, оборудования, инвентаря, транспортных средств, а также правильную организацию работ и рабочих мест;

— предусматривать и внедрять в производство технологические процессы и машины, облегчающие трудоемкие и тяжелые работы и обеспечивающие безопасность, улучшение условий и повышение производительности труда;

— организовывать и проводить обучение работающих правилам техники безопасности и производственной санитарии. Не допускать рабочих к самостоятельному выполнению работ без инструктажа, обучения и проверки знаний по безопасным приемам выполнения данной работы. Разрабатывать на все виды работ и обеспечивать ими работающих;

— своевременно рассматривать проекты и другую проектно-техническую документацию с проверкой отражения в них вопросов техники безопасности и производственной санитарии и внесением дополнительных решений, способствующих безопасному выполнению работ;

— своевременно расследовать несчастные случаи на производстве, выявлять причины, вызвавшие их, и принимать меры к предупреждению производственного травматизма;

— осуществлять контроль за правильным использованием санитарно-бытовых помещений, обеспечивать работающих спецодеждой, спецобувью и т.д.

					ВКР 23.03.0327220 УЗП 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

— разрабатывать совместно с профсоюзными комитетами перспективные планы улучшения условий, охраны труда и санитарно-оздоровительных мероприятий.

Главный электромеханик и инженер несут ответственность за правильную организацию и своевременное проведение профилактических осмотров и планово-предупредительного ремонта машин, механизмов, оборудования; за организацию обучения персонала, занятого обслуживанием машин, механизмов; за своевременное расследование причин аварий и разработку мероприятий по их предупреждению

3.7.6 Производственная санитария и гигиена труда

Основные санитарные требования, предъявляемые к генеральным планам предприятий гидромелиоративного производства, регламентируются СНиП 2.09.02-85, СНиП 2.04.05-86, СНиП 2.09.04-87 [18].

При выборе площадки под строительство учитываются направление и скорость ветра, рельеф местности, интенсивность прямого солнечного облучения, физико-технические свойства грунта и уровень состояния грунтовых вод, загрязненность воздуха, воды и почв в районе предполагаемого строительства, условия распределения по местности выделяемых вредных веществ.

Для строительства предприятий непригодны площадки со слабыми грунтами в виде плавунцов и фильтрующих грунтов.

Для расположенных в населенных пунктах производственных зданий и сооружений предусматривают санитарно-защитные зоны, а на территории предприятия между зданиями – санитарные разрывы.

Для обоснования направления санитарно-защитных зон по отношению к источникам выбросов вредных веществ должен служить проект ПДВ (предельно допустимых выбросов). Территорию санитарно-защитной зоны озеленяют и благоустраивают

					<i>ВКР 23.03.03272.20 УЗП 00.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						20
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Общая сборка изделий в автотракторостроении осуществляется по принципу полной взаимозаменяемости деталей, подгрупп, групп и узлов, участвующих в этом процессе. Элементы поступают на участок общей сборки после их обкатки, испытания или контроля окончательно отрегулированными и поэтому пригоночные работы на общей сборке не производятся, а регулировка имеет место только в том случае, если это связано со спецификой технологического процесса общей сборки.

Так как общая сборка автомобилей и тракторов осуществляется в большинстве случаев на конвейере в регламентированном темпе, то особые требования предъявляются к рациональному расчленению процесса на операции и возможно более высокому уровню механизации всех работ.

Правильное расчленение работ общей сборки необходимо для обеспечения равномерной загрузки отдельных участков в пределах действительного темпа сборки, что имеет важное значение для повышения производительности труда и более качественного выполнения сборочных операций.

Механизация сборочных работ — основное условие повышения производительности труда. Здесь главное направление механизации — применение высокопроизводительной оснастки не только на основных, но и на вспомогательных работах. Механизация основных работ общей сборки должна осуществляться путем концентрации одноименных операций и выполнения их многошпиндельным инструментом.

Для механизации вспомогательных работ широко используются конвейеры с принудительным движением объекта сборки, электротельферы, пневматические подъемники, кран-балки и другие средства.

Большую роль для успешного осуществления общей сборки играет правильное питание конвейера и организация хранения заделов, поступающих с участков узловой сборки групп, подгрупп и деталей. Наибольшее распространение в автотракторостроении имеет метод питания линии транспортными конвейерами. В этом случае крупные детали поступают на общую сборку на обрабатывающих цехов, а узлы, группы и подгруппы с

участков узловой сборки непосредственно к соответствующим участкам главного сборочного конвейера. Темп работы последнего и скорость транспортного конвейера синхронизируются. Распределение соответствующих узлов обеспечивается автоматически. Транспортный конвейер, имеющий обычно большую протяженность, является одновременно и своеобразным складом готовых сборочных единиц.

Процесс общей сборки автомобилей рамной конструкции (грузовых) начинается с установки на конвейер рамы в перевернутом положении. На раму затем монтируют задний и передний мосты и рессоры, после чего рама специальным подъемником переворачивается в нормальное положение.

Общая сборка грузового автомобиля осуществляется после установки на конвейер рамы в следующей последовательности: монтируются задний мост, узлы тормозной системы, карданный вал, узел глушителя, брызговики опор двигателя, передняя ось и амортизаторы. Далее рама с закрепленными узлами переворачивается и устанавливаются буксирный узел, разобшительный кран, механизм и узлы выключения сцепления, кронштейн топливного бака и опоры кабины, механизм рулевого управления с гидроусилителем, передний буфер, двигатель, коробка передач, аккумулятор, топливный бак и фильтр, трубопроводы системы питания, радиатор, трубопроводы рулевого управления, кабина, колонка рулевого управления, тяги, рычаги и провода, платформа, электрооборудование, отопительная система, капот, передние и задние колеса. Затем собранный автомобиль подготавливается: к сдаче и приемке его контролером.

В процессе сборки выполняются регулировочные и контрольные операции, как, например, проверяется тормозная система, регулируется световой поток фар, заправляются система и агрегаты маслом, топливом и водой.

На ряде заводов применяют и другой порядок общей сборки рамных автомобилей. Вначале на тележки конвейера устанавливают задний и передний мосты. Далее по ходу процесса на мосты устанавливают раму как базовый узел, рессоры, топливный бак, двигатель, коробку передач, глушитель, правое и

левое крылья, карданный вал, систему питания, кабину, капот, водяную систему, группу рулевого управления, приводы управления топливной аппаратурой и ножного тормоза, приборы кабины, систему электрооборудования. Затем монтируют колеса, кузов, производят регулировки, заправку смазкой и тормозной жидкостью, контроль.

В процессе контроля проверяется комплектность и качество сборки узлов, а также правильность регулировки угла схождения колес, момента вращения рулевого колеса, тормозов, света фар и других систем и механизмов. После этого собранный автомобиль поступает на обкатку на специальный стенд, где обычно также производится приемка машины в работе.

Сборка автомобилей безрамной конструкции начинается с установки переднего моста, двигателя, заднего моста и установки кузова. Остальные узлы и группы после этого монтируются на кузов, являющийся 'базовым узлом. Вопросы взаимозаменяемости, точности, а также аккуратности выполнения всех сборочных работ в этом случае имеют еще большее значение, так как кузов легкового автомобиля подается на сборку в окончательно отделанном виде.

Кузова легковых автомобилей обычно собирают на специальных конвейерах: одном или нескольких. При отдельной сборке собирают узлы кузова (боковины, крылья, кормовую часть, усиления, детали пола и опоры сиденья). Далее собирают кузов без пола, после этого с полом, а затем на конвейере общей сборки кузовов окончательно монтируют все части. Сборку осуществляют на стапелях, которые при конвейерном процессе установлены на тележках.

Участки сборки кузовов и сборочные конвейеры в большинстве случаев вытянуты в линию.

Эта установка оборудована пятью сварочными машинами, осуществляющими точечную сварку 320 соединений, а также транспортерами и другими агрегатами. Окончательно собираются автомобили обычно на нескольких (четырёх-восьми) конвейерах, из которых один или два

предназначаются для укомплектования кузовов, два-три — для сборки и один-два — для мойки, смазки, регулировки и отделки. Общая длина конвейеров достигает 500—600 м и более. Собираемый автомобиль передается с конвейера на конвейер автоматизированными поворотными кругами или подъемниками.

В зависимости от конструктивных особенностей автомобиля порядок общей сборки его нередко отличается от общепринятого. Например, общая сборка автомобиля безрамной конструкции начинается с установки кузова в перевернутом положении на особую тележку первой секции напольного конвейера поперек его оси. Каркас кузова служит базовым узлом, на который устанавливают сверху узлы передней и задней подвесок, задний мост, систему рулевых тяг, топливных и тормозных трубопроводов. Далее кузов передается на вторую секцию напольного конвейера, где он устанавливается в обычном положении. На этом конвейере монтируют механизм рулевого управления, щиток приборов, сиденья и другие узлы кузова. Второй сборочный конвейер эстакадный. На нем узлы монтируются в следующем порядке: двигатель, карданный вал, глушитель, колеса и другие узлы. Далее автомобиль поступает на участок регулировки подвески и развала колес. После этого на стенде, создающем условия, соответствующие движению автомобиля со скоростью 120 км/ч, регулируются тормоза, подтягиваются крепления, контролируется работа двигателя и определяется степень шума коробки передач.

Третий конвейер, также эстакадный, предназначен для доукомплектования кузова. На нем монтируют двери, крышку багажника, оперение, а также все облицовочные и декоративные элементы кузова.

Узлы на этот конвейер поступают в окончательно отделанном виде, и во избежание порчи их применяют специальные защитные чехлы из синтетических тканей.

На ряде зарубежных автомобильных заводов на конвейерах общей сборки одновременно собирают автомобили одного типа, но различных модификаций.

3.8 Производственная гимнастика на рабочем месте

Производственная физическая культура - система методически обоснованных физических упражнений физкультурно-оздоровительных и спортивных мероприятий, направленных на повышение и сохранение устойчивой профессиональной дееспособности. Форма и содержание этих мероприятий определяются особенностями профессионального труда и быта человека. Заниматься ПФК можно как в рабочее, так и в свободное время.

В рабочее время производственная физическая культура (ПФК) реализуется через производственную гимнастику.

Производственная гимнастика - это комплексы специальных упражнений, применяемых в режиме рабочего дня, чтобы повысить общую и профессиональную работоспособность, а также с целью профилактики и восстановления.

Общая сборка изделий в автотракторостроении осуществляется по принципу полной взаимозаменяемости деталей, подгрупп, групп и узлов, участвующих в этом процессе. Элементы поступают на участок общей сборки после их обкатки, испытания или контроля окончательно отрегулированными и поэтому пригоночные работы на общей сборке не производятся, а регулировка имеет место только в том случае, если это связано со спецификой технологического процесса общей сборки.

Так как общая сборка автомобилей и тракторов осуществляется в большинстве случаев на конвейере в регламентированном темпе, то особые требования предъявляются к рациональному расчленению процесса на операции и возможно более высокому уровню механизации всех работ.

Правильное расчленение работ общей сборки необходимо для обеспечения равномерной загрузки отдельных участков в пределах действительного темпа сборки, что имеет важное значение для повышения производительности труда и более качественного выполнения сборочных операций.

Механизация сборочных работ — основное условие повышения производительности труда. Здесь главное направление механизации — применение высокопроизводительной оснастки не только на основных, но и на

вспомогательных работах. Механизация основных работ общей сборки должна осуществляться путем концентрации одноименных операций и выполнения их многошпиндельным инструментом.

Для механизации вспомогательных работ широко используются конвейеры с принудительным движением объекта сборки, электротельферы, пневматические подъемники, кран-балки и другие средства.

Большую роль для успешного осуществления общей сборки играет правильное питание конвейера и организация хранения заделов, поступающих с участков узловой сборки групп, подгрупп и деталей. Наибольшее распространение в автотракторостроении имеет метод питания линии транспортными конвейерами. В этом случае крупные детали поступают на общую сборку на обрабатывающих цехов, а узлы, группы и подгруппы с участков узловой сборки непосредственно к соответствующим участкам главного сборочного конвейера. Темп работы последнего и скорость транспортного конвейера синхронизируются. Распределение соответствующих узлов обеспечивается автоматически. Транспортный конвейер, имеющий обычно большую протяженность, является одновременно и своеобразным складом готовых сборочных единиц.

Процесс общей сборки автомобилей рамной конструкции (грузовых) начинается с установки на конвейер рамы в перевернутом положении. На раму затем монтируют задний и передний мосты и рессоры, после чего рама специальным подъемником переворачивается в нормальное положение.

Общая сборка грузового автомобиля осуществляется после установки на конвейер рамы в следующей последовательности: монтируются задний мост, узлы тормозной системы, карданный вал, узел глушителя, брызговики опор двигателя, передняя ось и амортизаторы. Далее рама с закрепленными узлами переворачивается и устанавливаются буксирный узел, разобщительный кран, механизм и узлы выключения сцепления, кронштейн топливного бака и опоры кабины, механизм рулевого управления с гидроусилителем, передний буфер, двигатель, коробка передач, аккумулятор, топливный бак и фильтр,

трубопроводы системы питания, радиатор, трубопроводы рулевого управления, кабина, колонка рулевого управления, тяги, рычаги и провода, платформа, электрооборудование, отопительная система, капот, передние и задние колеса. Затем собранный автомобиль подготавливается: к сдаче и приемке его контролером.

В процессе сборки выполняются регулировочные и контрольные операции, как, например, проверяется тормозная система, регулируется световой поток фар, заправляются система и агрегаты маслом, топливом и водой.

На ряде заводов применяют и другой порядок общей сборки рамных автомобилей. Вначале на тележки конвейера устанавливают задний и передний мосты. Далее по ходу процесса на мосты устанавливают раму как базовый узел, рессоры, топливный бак, двигатель, коробку передач, глушитель, правое и левое крылья, карданный вал, систему питания, кабину, капот, водяную систему, группу рулевого управления, приводы управления топливной аппаратурой и ножного тормоза, приборы кабины, систему электрооборудования. Затем монтируют колеса, кузов, производят регулировки, заправку смазкой и тормозной жидкостью, контроль.

В процессе контроля проверяется комплектность и качество сборки узлов, а также правильность регулировки угла схождения колес, момента вращения рулевого колеса, тормозов, света фар и других систем и механизмов. После этого собранный автомобиль поступает на обкатку на специальный стенд, где обычно также производится приемка машины в работе.

Сборка автомобилей безрамной конструкции начинается с установки переднего моста, двигателя, заднего моста и установки кузова. Остальные узлы и группы после этого монтируются на кузов, являющийся 'базовым узлом'. Вопросы взаимозаменяемости, точности, а также аккуратности выполнения всех сборочных работ в этом случае имеют еще большее значение, так как кузов легкового автомобиля подается на сборку в окончательно отделанном виде.

Кузова легковых автомобилей обычно собирают на специальных конвейерах: одном или нескольких. При раздельной сборке собирают узлы кузова (боковины, крылья, кормовую часть, усиления, детали пола и опоры сиденья). Далее собирают кузов без пола, после этого с полом, а затем на конвейере общей сборки кузовов окончательно монтируют все части. Сборку осуществляют на стапелях, которые при конвейерном процессе установлены на тележках.

Участки сборки кузовов и сборочные конвейеры в большинстве случаев вытянуты в линию.

Эта установка оборудована пятью сварочными машинами, осуществляющими точечную сварку 320 соединений, а также транспортерами и другими агрегатами. Окончательно собираются автомобили обычно на нескольких (четырёх-восьми) конвейерах, из которых один или два предназначены для укомплектования кузовов, два-три — для сборки и один-два — для мойки, смазки, регулировки и отделки. Общая длина конвейеров достигает 500—600 м и более. Собираемый автомобиль передается с конвейера на конвейер автоматизированными поворотными кругами или подъемниками.

В зависимости от конструктивных особенностей автомобиля порядок общей сборки его нередко отличается от общепринятого. Например, общая сборка автомобиля безрамной конструкции начинается с установки кузова в перевернутом положении на особую тележку первой секции напольного конвейера поперек его оси. Каркас кузова служит базовым узлом, на который устанавливают сверху узлы передней и задней подвесок, задний мост, систему рулевых тяг, топливных и тормозных трубопроводов. Далее кузов передается на вторую секцию напольного конвейера, где он устанавливается в обычном положении. На этом конвейере монтируют механизм рулевого управления, щиток приборов, сиденья и другие узлы кузова. Второй сборочный конвейер эстакадный. На нем узлы монтируются в следующем порядке: двигатель, карданный вал, глушитель, колеса и другие узлы. Далее автомобиль поступает на участок регулировки подвески и развала колес. После этого на стенде,

создающем условия, соответствующие движению автомобиля со скоростью 120 км/ч, регулируются тормоза, подтягиваются крепления, контролируется работа двигателя и определяется степень шума коробки передач.

Третий конвейер, также эстакадный, предназначен для доукомплектования кузова. На нем монтируют двери, крышку багажника, оперение, а также все облицовочные и декоративные элементы кузова.

Узлы на этот конвейер поступают в окончательно отделанном виде, и во избежание порчи их применяют специальные защитные чехлы из синтетических тканей.

На ряде зарубежных автомобильных заводов на конвейерах общей сборки одновременно собирают автомобили одного типа, но различных модификаций.

3.9 Экономическое обоснование конструкции приспособления

3.9.1 Расчет балансовой стоимости приспособления

Экономический эффект от применения приспособлений определяют путем сопоставления годовых затрат и годовой экономии для сравниваемых вариантов обработки деталей. Годовые затраты состоят из амортизационных отчислений и расходов на содержание и эксплуатацию приспособления. Годовая экономия получается за счет снижения трудоемкости изготовления обрабатываемых деталей, т. е. за счет сокращения затрат на заработную плату рабочих-станочников и уменьшения цеховых накладных расходов.

Применение приспособления экономически выгодно в том случае, если годовая экономия от его применения больше годовых затрат, связанных с его эксплуатацией. Экономическая эффективность применения любого приспособления определяется также величиной срока окупаемости, т. е. срока, в течение которого затраты на приспособление будут возмещены за счет экономии от снижения себестоимости обрабатываемых деталей.

Необходимо отметить, что в некоторых случаях с целью достижения высокой точности обрабатываемых деталей применяют приспособления независимо от их экономической эффективности.

					ВКР 23.03.03 272 20 ЧЗП 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

При технико-экономических расчетах, производимых при выборе соответствующей конструкции приспособления, необходимо сопоставлять экономичность различных конструктивных вариантов приспособлений для конкретной операции обрабатываемой детали. Считая, что расходы на режущий инструмент, амортизацию станка и электроэнергию для этих вариантов одинаковы, определяют и сравнивают лишь те элементы себестоимости операции, которые зависят от конструкции приспособления.

Масса приспособления определяется по формуле:

$$M = (G_k + G_r) \cdot K, \text{ кг} \quad (3.1)$$

где G_k – масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг.;

G_r – масса готовых узлов и агрегатов, кг.;

K – коэффициент учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкций монтажных материалов

$$K = 1,05 \dots 1,15$$

Массу сконструированных деталей, узлов и агрегатов заносим в таблице 3.1

Таблица 3.1- Расчет массы сконструированных узлов

Наименование детали	Объем детали, см ³	Удельный вес, кг/см ³	Масса детали, кг
1	2	3	4
Плита	376	$7,8 \times 10^{-3}$	2,93
Кронштейн	143	$7,8 \times 10^{-3}$	1,15
Направляющая	52	$7,8 \times 10^{-3}$	0,405
Зажим	96	$7,8 \times 10^{-3}$	0,748
Всего	-	—	5,22

$$G_M = (5,22 + 3,88) \cdot 1,05 = 9,55 \text{ кг.}$$

Для определения стоимости конструкции машин воспользуемся способом аналогии по сопоставимости массы

$$C_{\bar{o}} = \frac{C_{стар} \cdot G_{стар} \cdot \sigma}{G_{нов}} \quad (3.2)$$

где $C_{стар}$, $C_{\bar{o}}$ – балансовая стоимость проектируемой и старой конструкции, руб. ;

$G_{стар}$, $G_{нов.}$ – масса старой и проектируемой конструкции ;

σ – коэффициент удействления конструкции ($\sigma = 0,9 \dots 0,95$)

$$C_{\bar{o}} = \frac{45000 \cdot 17,6 \cdot 0,95}{9,55} = 75324,5 \text{ руб.}$$

Для расчетов принимаем $C_{\bar{o}} = 75000$ рублей.

3.9.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции

Исходные данные для расчета заносим в таблицу 3.2

Таблица 3.2 -Исходные данные для расчета

Наименование	Исходные	Проект
Масса конструкции G , кг.	17,6	9,55
Балансовая стоимость $C_{\bar{o}}$, руб.	45000	75000
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работы	IV	IV
Тарифная ставка $З$, руб. чел/ч	60	60
Норма затрат на ремонт и ТО $A_{пто}$, %	16	16
Норма амортизации a , %	14,2	14,2
Годовая загрузка $T_{год}$, час.	1200	1200
Часовая производительность $W_{ч}$, шт/час	6,45	14,3
Срок службы $T_{сл}$, лет	10	10

При расчетах показатели исходной конструкции обозначаем с индексом **0**, а показатели проектируемой конструкции обозначаем индексом **1**

Металлоемкость процесса определяется по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл.}}}, \text{ кг/шт.} \quad (3.4)$$

где G – масса, кг;

$N_{\text{год}}$ – годовая загрузка, шт.;

$T_{\text{сл.}}$ – срок службы, лет.

$$M_e^0 = \frac{17,6}{6,45 \cdot 1200 \cdot 10} = 2,27 \cdot 10^{-4} \text{ кг/шт.}$$

$$M_e^1 = \frac{9,55}{14,3 \cdot 1200 \cdot 10} = 5,51 \cdot 10^{-5} \text{ кг/шт.}$$

Фондоемкость процесса (общая):

$$F_e = \frac{C_6}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.5)$$

где C_6 – балансовая стоимость, руб

$$F_e^0 = \frac{45000}{6,45 \cdot 1200} = 5,81 \text{ руб./шт.};$$

$$F_e^1 = \frac{75000}{14,3 \cdot 1200} = 4,37 \text{ руб./шт.}$$

.Себестоимость работы выполняемой с помощью спроектированной конструкции и в исходном варианте:

$$= \text{зп} + \text{рто} + \text{А}, \quad (3.6)$$

где зп – затраты на оплату труда, руб./шт.;

рто – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб./шт

А – амортизационные отчисления по конструкции, руб./шт

Затраты на заработную плату определяется по формуле:

$$C_{\text{зн}} = Z \cdot T_e, \quad (3.7)$$

					ВКР 23.03.03 272 20 УЗП 00.00.00 ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$T_e = \frac{n}{W_{\text{ч}}}, \quad (3.8)$$

где n – количество обслуживающего персонала

$$T_0 = \frac{1}{6,4} = 0,156 \quad \text{чел.} \cdot \text{ч/шт.}$$

$$T_1 = \frac{1}{14,3} = 0,07 \quad \text{чел.} \cdot \text{ч/шт.}$$

$$C_{\text{зп}} = \dots \cdot e = 60 \cdot 0,156 = 9,36 \text{ руб./шт.};$$

$$C_{\text{зп}} = 60 \cdot 0,07 = 4,2 \text{ руб./шт.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяется из выражения:

$$p_{\text{то}} = \frac{б \cdot p_{\text{то}}}{100 \cdot ч \cdot год}, \quad (3.9)$$

где $p_{\text{то}}$ – норма затрат на ремонт и техобслуживание, %

$$p_{\text{то}} = \frac{45000 \cdot 14,2}{100 \cdot 6,4 \cdot 1200} = 0,83 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{p_{\text{то}}} = \frac{\dots}{\dots} = 0,62 \text{ руб./шт.}$$

Затраты на амортизацию определяется из выражения:

$$= \frac{б \cdot}{100 \cdot ч \cdot год} \quad (3.10)$$

где a – норма амортизации, %

$$A = \frac{45000 \cdot 10}{100 \cdot 6,4 \cdot 1200} = 0,585 \text{ руб./шт.}$$

$$A = \frac{75000 \cdot 10}{100 \cdot 14,3 \cdot 1200} = 0,437 \text{ руб./шт.}$$

$$= 9,36 + 0,83 + 0,585 = 10,77 \text{ руб./шт.}$$

$$= 4,2 + 0,62 + 0,437 = 5,26 \text{ руб./шт.}$$

					ВКР 23.03.0327220 УЗП 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Приведенные затраты определяются по формуле:

$$C_{\text{прив}} = C_{\text{б}} + K_{\text{н}} \cdot C_{\text{уд}} = C_{\text{б}} + K_{\text{н}} \cdot e, \quad (3.11)$$

где $K_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, $K_{\text{н}} = 0,15$;

$C_{\text{уд}}$ – удельные капитальные вложения, руб./шт.

$$C_{\text{прив}} = 10,77 + 0,15 \cdot 5,81 = 11,64 \text{ руб./шт.};$$

$$C_{\text{прив}} = 5,26 + 0,15 \cdot 4,37 = 5,92 \text{ руб./шт.}$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$Э_{\text{год}} = (C_{\text{б}} - C_{\text{пр}}) \cdot Q \cdot T_{\text{год}}; \quad (3.12)$$

$$Э_{\text{год}} = (11,64 - 5,92) \cdot 14,3 \cdot 1200 = 98155,2 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект:

$$Э_{\text{год}} = C_{\text{прив}} - C_{\text{прив}} \cdot Q \cdot T_{\text{год}}, \quad (3.13)$$

$$Э_{\text{год}} = (11,64 - 5,92) \cdot 14,3 \cdot 1200 = 99303,6 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б}}}{Э_{\text{год}}} \quad 3.14$$

где $C_{\text{б}}$ – балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{75000}{98155,2} = 0,76$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений:

$$K_{\text{эф}} = \frac{Э_{\text{год}}}{C_{\text{б}}} \quad 3.15$$

$$K_{\text{эф}} = \frac{99303,6}{75000} = 1,30$$

Таблица 3.3 Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

Наименование показателей	Базовый (исходный)	Проектируемый
Часовая производительность, шт./ч	6,45	14,3
Фондоемкость процесса, руб./шт.	5,81	4,37

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 23.03.03 272.20 ЧЗП 00.00.00 ПЗ	Лист
						33

Металлоемкость, г/шт.	2,27	0,551
Уровень эксплуатационных затрат, руб./шт.	10,77	5,26
Уровень приведенных затрат, руб./шт.	11,64	5,92
Годовая экономия, руб.	—	98155,2
Годовой экономический эффект, руб.	—	99303,6
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет	—	0,76
Коэффициент эффективности доп. капитальных вложений	—	1,30

По результатам вычислений видно, что конструкция является экономически эффективной.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адигамов Н.Р. Методические указания по выполнению выпускной квалификационной работе бакалавров. [Текст] / Н.Р. Адигамов Г.И. Кондратьев, Г.Р. Муртазин, Р.Р. Шайхутдинов., Т.Н. Вагизов., И.Х. Гималтдинов, Р.Р. Ахметзянов // метод. Указания – Казань «Казанский ГАУ», 2015.-60с.
2. Адигамов Н.Р. Методическое пособие к курсовой работе по дисциплине «Ремонт машин» [Текст] / Н.Р. Адигамов, Т.Н. Вагизов, И.Х. Гималтдинов - Казань «Казанский ГАУ», 2013. – С 40.
3. Алексеев, В.П. Основы научных исследований и патентование [Электронный ресурс]: учебник / В.П. Алексеев, Д.В. Озеркин. — Электрон. дан. — М.: ТУСУР (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники), 2012. — 172 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4938.
4. Булгариев Г.Г., Методические указания по выполнению экономической части дипломного проекта для студентов-очников специальности 110304 – «Технология обслуживания и ремонта машин в АПК» [Текст] / Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев // - Казань «Казанский ГАУ», 2006.
5. Берлинов М.В. Расчет оснований и фундаментов [Текст] / М.В. Берлинов, Б.А. Ягупов. // (ЭБС «Лань», 2011, 1-е изд.-288 с.).
6. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности [Текст] / С.В. Белов, В.А. Девисилов, А.В. Ильницкая и др. // Учебник для вузов. Под общей ред. С.В. Белова. -8-е издание – М.: Высшая школа, 2009. - С 616.
7. Богатырев А.В. Тракторы и автомобили [Текст] / А.В. Богатырев, В.Р. Лехтер // Учебник - М. Колос, 2008. - С 392.
8. Варнаков В.В. Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения. [Текст] / В.В. Варнаков, В.В. Стрельцов, В.Н. Попов, В.Ф. Карпенков. // М.: Колос, 2000. - С 256.
9. Власов В.М. и другие. Учебник. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. М.; издательский центр «Академия»; 2013.-321с.

10. Гулия Н.В. Детали машин [Текст] / Н.В.Гулия, В.Г.Клоков, С.А.Юрьев // 2010 (ЭБС «Лань» ISBN-978-5-8114-1091-0), 2-е изд. - 416 с.
11. Девисилов В.А. Охрана труда: учебник [Текст] / В.А. Девисилов - 4-е издание перераб. и доп. // – М.: Форум, 2009. - С 496.
12. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин [Текст] / Дунаев П.Ф. Леликов О.П. - М.: Высшая школа, 2005. С 447.
13. Епифанов Л.И., Епифанова Е.А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. - М.: ФОРУМ: ИНФРА - М, 2009. - С 280.
14. Кукин П.П. Безопасность жизнедеятельности. [Текст] / П.П.Кукин, В.Л.Лапин, Н.Л.Пономарев. // Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда. Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 2007. – С 335.
15. Курдюмов В.И. Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности [Текст] / В.И. Курдюмов, Б.И. Зотов. // М. Колос, 2005. - С 216.
16. Курчаткин В.В. Оборудование ремонтных предприятий. [Текст] / В.В. Курчаткин, К.А. Ачкасов, Н.Ф. Тельнов, и др.; Под редакцией В.В. Курчаткина // М.: Колос, 1999. - С 232.
17. Курмаз Л.В., Детали машин. Проектирование [Текст] / Л.В. Курмаз, А.Т. Скойбеда // Справочное учебно-методическое пособие. - М.: Высшая школа, 2005. - С 309.
18. Кондратьев Г.И., Методические указания для практических и самостоятельных работ по дисциплине «Методы расчета надежности технических систем» [Текст] / Г.И. Кондратьев, Р.Р. Шайхутдинов // метод. Указания – Казань «Казанский ГАУ»., 2015.- С 44.
19. Киямов И.М., Расчет сварных и резьбовых соединений [Текст] / И.М. Киямов, Яхин С.М. // методические указания для выполнения домашнего задания по деталям машин и основам конструирования - Казань, КГСХА, 2004.
20. Леонов О. А. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] / О. А. Леонов, В. В. Карпузов, Н. Ж. Шкаруба // - М.: Колос, 2009. –С 568.