**Введение**

Промышленность – ведущая отрасль экономики является материальной основой любого государства, которая в машиностроительном производстве хозяйственного комплекса каждой страны обусловлена высокими требованиями к развитию экономического и научно-технологического потенциала в целях создания высокоэффективных образцов техники, экологически чистых технологических процессов.

В настоящее время промышленность переживает сложное время. Она должна располагать мощной производственной базой, которая бы обеспечивала выпуск машин высокого качества с целью завоевания международного рынка. Развитие автомобильной и тракторной промышленности, сельскохозяйственного машиностроения предполагает выпуск машин совершенной конструкции с целью снижения расхода топлива, уменьшения загрязнения окружающей среды, повышения безопасности дорожного движения.

Массовый характер производства этой техники базируется на высокопроизводительных автоматизированных и автоматических производственных процессах. Решением главной задачи повышения эффективности производства является применение автоматических технологических линий с рациональным использованием материала, станочного оборудования и приспособлений, режущего и измерительного инструмента. Важная роль развития машиностроения отведена сельскохозяйственному машиностроению, основной задачей которого является обеспечение выпуска широкой номенклатуры сельскохозяйственных машин должны соответствовать высоким показателям качества: надежности, долговечности, полностью соответствовать своему назначению.

Изготовленные машины в условиях рыночной экономики должны иметь невысокую себестоимость, т. к. они должны быть конкурентоспособными. Качественную продукцию можно получить в условиях высокой организации производства, использую передовые технологии производства, применяя прогрессивное оборудование и оснастку при обработке деталей и сборке узлов и машин в целом.

Сборочное производство – это конечный этап любого производственного процесса в машиностроении. Объем сборочных работ в автотракторостроении составляет 25–40% от общей трудоемкости выпускаемых изделий, занимая второе место после механической обработки. Надежность и качество продукции, и ее выпуск зависит от качества сборки. Сборочные работы тесно взаимосвязаны со всеми предшествующими технологическими процессами, от качества которых зависит уровень надежности собираемого изделия. При сборке должны быть обеспечены:

– правильное взаимное расположение деталей;

– правильный выбор оборудования и оснастки;

– механизация и автоматизация выполнения работ.

Степень автоматизации в сборочном производстве намного ниже уровня автоматизации заготовительных и обрабатывающих производств. Поэтому повышение уровня механизации и автоматизации в сборочных цехах и участках повышает производительность труда сборщиков, сокращает их численность, снижает себестоимость продукции. Поэтому очень важно, чтобы велась разработка высокоэффективных технологических процессов сборки.

Для обеспечения выпуска новых модернизированных машин с высокими технологическими показателями, к которым, безусловно, относится и комбайн «Дон‑1500», и широкой номенклатурой выпускаемых запасных частей к ним, необходимо применять поточные механизированные линии агрегатных станков с числовым программным управлением.

Поэтому очень важно, чтобы велась разработка очень высокоэффективных технологических процессов сборки. Эта задача является важной как в автотракторостроении, так и в сельхозмашиностроении.

В данном дипломном проекте необходимо разработать технологический процесс сборки узла ДП‑190201.10.12.0000СБ «Водило», который должен быть более эффективен, чем внедренный на заводе. Необходимо разработать прогрессивные методы сборки с применением подвижной формы организации сборочных работ с применением прогрессивного оборудования, что обеспечит изготовление узла с высокими качественными показателями. В данном дипломном проекте необходимо спроектировать участок сборки узла «Водило» и разработать усовершенствованную технологию сборки узла.

**1. Конструкторская часть**

**1.1 Назначение, функциональная схема и принцип работы машины. Технические требования на машину**

Проектируемый сборочный узел «Водило» чертеж – ДП‑190201.10.12.0000СБ является одним из узлов комбайна «Дон‑1500».

Комбайн «дон‑1500» Зерноуборочный, самоходный предназначен для уборки зерновых колосовых культур во всех зерносеющих зонах страны как прямым, так и раздельным комбайнированием. Для этих целей он может быть оборудован жаткой или платформой-подборщиком. При наличии дополнительных приспособлений его можно эффективно использовать на уборке зернобобовых, крупяных и мелкосеменных культур, подсолнечника, семенников трав, сои, риса, кукурузы на зерно, а также для работ на крутых склонах.

Комбайн зерноуборочный «Дон‑1500» выполнен по классической схеме с бильным молотильным устройством с клавишным сепаратором. Он оснащен двигателем мощностью 162кВт, усиленным мостом ведущих колес в агрегатной компоновке, бункером увеличенной емкости с высокопроизводительным выгрузным устройством, что позволяет сократить простои комбайна при выгрузке зерна и потребность в автотранспорте или вывозке зерна из-под комбайна.

Комбайн «Дон‑1500» состоит из жатвенной части, платформы-подборщика, молотилки бункера с выгрузным устройством, приспособлений для уборки не зерновой части урожая, моторной установки, силовой передачи, ходовой системы, органов управления, кабины с площадкой управления, гидравлической системы, электрооборудования и электронной системы контроля.

Технологический процесс прямого комбайнирования протекает следующим образом. Мотовило подводит порцию стеблей к режущему аппарату. Срезанные стебли транспортируются шнеком к центру жатки, где выдвигающимися из шнека пальцами захватываются и передвигаются по промежуточному битеру проставки и наклонному транспортеру, который подает хлебную массу в молотильный аппарат к барабану. При обмолоте основная часть зерна, выделенная из колосьев, вместе со значительной частью половы и сбоины транспортируется и сепарируется через решетку подбарабанья на стрясную доску.

Остальной ворох отбрасывается отбойным битером на соломотряс, на клавишах которого происходит дальнейшее отделение зерна из соломистого вороха. Солома транспортируется клавишами соломотряса к выходу молотилки и граблинами соломонабивателя перемещается в камеру копнителя Полова и легкие примеси воздушным потоком вентилятора выдуваются из очистки, а крупный ворох по верхнему решету транспортируется на лоток половонабивалеля и граблинами половонабивателя сбрасываются в копнитель.

Зерновая смесь, попавшая на стрясную доску, транспортируется к верхнему решету. При движении зерновой смеси по стрясной доске происходит предварительное ее разделение на фракции. Зерно перемещается вниз, а сбоина вверх. Слой зерновой смеси, проливающейся через пальцевую решетки стрясной доски, насколько разрыхляется, благодаря чему зерно и тяжелые примеси под действием воздушной силы вентилятора и колебательного движения решет легко проливаются вниз, а полова и другие легкие примеси выдуваются из молотилки. Недомолоченные колоски, проваливаясь в верхнее решето и удлинитель верхнего решета на нижнее решето, транспортируется к колосовому шнеку, который подает их в элеватор домолачивающего устройства для повторного обмолота.

Очищенное зерно подается в зерновой шнек и затем элеватором в загрузочный шнек и далее в бункер

Техническая характеристика комбайна «Дон‑1500».

Тип самоходный, колесный, однобарабанный

Габаритные размеры:

Длина 12,0 м

Ширина 8,5 м

Высота 3,98 м

Масса комбайна 13440 ± 3% кг

База 3775 мм

Транспортный просвет 370 мм

Колея:

ведущих колес 2800 мм

управляемых колес 2900 мм

Скорости движения с объемным гидроприводом:

Рабочие:

На 1-м диапазоне 0 – 5 км/ч

Транспортная:

На 3-м диапазоне 0 – 20 км/мин.

Система пуска Электростартером

Система охлаждения:

Радиатор водяной Трубчатый шестирядный с охлаждающими пластинами.

Радиатор воздушный Трубчатый двухрядный с охлаждающими пластинами.

Воздухозаборник Сетчатый с вращающимся очистителем пожнивных остатков.

Расчет некоторых элементов ботового редуктора комбайна «Дон‑1500».

Планетарная ступень редуктора состоит из центральной шестерни левой полуоси с числом зубьев =27, и центрального неподвижного колеса с внутренними зубьями =72, водила и трех сателлитов с числом зубьев =22.



Передаточное число планетарной ступени равно:

= 1+ ;



=1+ = 3,67;



Из условия равновесия сателлита имеем:

= и P = 2;



где – усилие, возникающее в зацеплении центрального зубчатого колеса и сателлита; – усилие, возникающее в зацеплении шестерни ведущей левой полуоси и сателлита.



Крутящий момент на левой полуоси, передаваемый дифференциалом = 160 Н. Тогда:



.



где – диаметр шестерни ведущей;



,



где m – 5 – модуль шестерни;

= 27 – число зубьев шестерни.



,



Тогда, усилие, действующее на ось сателлита, составит:

P =



Это нагрузка при среднем эксплуатационном режиме. При максимальном нагружении нагрузка на ось сателлита возрастает в 2,5 раза и, следовательно, она составит:

.



Расчет оси сателлита на прочность.

Определим прочность оси сателлита в расчетном сечении при максимальной нагрузке. Напряжение изгиба в сечении 1–1 определяется по формуле:

; где



= 11850 = 568,8



= 0,67 – масштабный фактор



Тогда: 202,1 Н/;



Ось сателлита изготовлена из стали 18 ХГТ, с цементацией и закалкой до твердости H 59–63.



Механические свойства стали 18 ХГТ:

= 950 МПа; = 517,5 МПа;



Ось сателлита имеет достаточный запас прочности по пределу текучести:

n = = = 4,2;



[] = 1,5 – 2,5;



Следовательно, усилие прочности выполняется.

Расчет долговечности подшипников сателлитов.

Расчет долговечности в часах подшипника сателлита определяется пиз соотношения:

L = ;



где C = 11850 Н – динамическая грузоподъемность подшипника №982807М;

Q = P – эквивалентная нагрузка,



Где = 1,2 – коэффициент вращения кольца



k – коэффициент безопасности.



Q = 4740



N = 70 обмин.

Время перемещения узла с одного рабочего места на другое составляет:

= 0,13



Тогда время работы на одном рабочем месте составляет:



Часовая производительность составляет:

H = H = = 39



**2.4 составление и расчет одной из сборочных размерных цепей, определение и обоснование метода сборки проектируемого узла**

При конструировании машин и механизмов, при проектировании технологических процессов обработки и сборки, выбор средств и метолов измерения возникает необходимость размерного анализа. С помощью анализа достигается правильное соотношение взаимосвязанных размеров, и определяются допустимые ошибки. Подобные геометрические расчеты выполняются с использованием теории размерных цепей.

Размерная цепь – совокупность размеров, взаимосвязанных между собой, образующих замкнутый контр и определяющий взаимное расположение поверхностей одной или нескольких деталей. Замкнутость размерной цепи приводит к тому, что размеры, входящие в размерную цепь не могут назначаться независимо, т.е. значение и точность одного из размеров определяется остальными.

Размерная цепь состоит из отдельных звеньев. Звено – каждый из размеров размерной цепи. Любая размерная цепь имеет одно исходное звено и несколько составляющих звеньев. Исходное звено – звено, к которому предъявляют основные требования точности, определяющие качество изделия в соответствии с техническими условиями. При сборке изделий исходное звено получается последним. В таком случае это звено называется замыкающим. Составляющие звенья делятся на две группы – увеличивающие и уменьшающие.

Увеличивающее звено – когда с его увеличением увеличивается замыкающее звено.

Уменьшающее звено – когда с его увеличением замыкающее звено уменьшается.

В сложных размерных цепях можно выявить увеличивающие и уменьшающие звенья, применив правило обхода по контуру.

В проектируемом технологическом процессе сборки узла «Водило» выполним расчет размерной цепи сателлита, собранного с корпусом водила



= 3 h



= 58,7H



– замыкающее звено



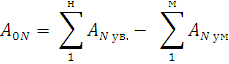
Расчет размерной цепи может быть выполнен разными методами:

Метод равных квалитетов, методом «Максимум – минимум», вероятностным методом и т.д.

Проще выполнить расчет методом «Максимум – минимум», который основан на предположении, что возможны сочетания увеличивающих звеньев, изготовленных по наибольшим предельным размерам с уменьшающими звеньями, изготовленными и по наименьшим предельным размерам и наоборот. Этот метод обеспечивает полную взаимозаменяемость в процессе сборки и эксплуатации изделия.

Учитывая, что по условию нам надо определить параметры замыкающего звена, считаем, что эта задача относится к задачам первого вида.

Определим номинальный размер замыкающего звена .



Предельные отклонения составляющих звеньев:

= 0 = 0; = 0,19 мм;



;



= 0;



;



Допуски составляющих звеньев:

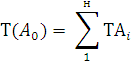
T () = 0 – = 0,2 мм; T () = 0 – = 0,1 мм;



T () = 0,19 – 0 = 0,19 мм; T () = 0 – = 0,1 мм;



Определяем допуск замыкающего звена:



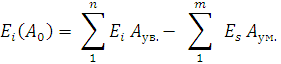
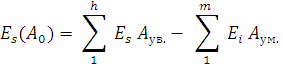
Т () = Т () + Т () + Т () + Т ()



Т () = 0,2 + 0,1 + 0,19 + 0,1 = 0,59 мм.



Находим предельные отклонения замыкающего звена:



0 – 0 = 0;



Проверим допуск замыкающего звена:

Т () = Т () = 0,59 – 0 = 0,59 мм.



т.е. 0,59 = 0,59.

Следовательно =



Вывод: если детали, входящие в данный узел будут изготовлены в пределах допусков, указанных конструктором на чертеже, то возможно обеспечить полную взаимозаменяемость деталей при сборке, что очень важно для крупносерийного производства.

Сборка с полной взаимозаменяемостью обеспечивает требуемое качество непосредственным соединением сопрягаемых деталей и частей изделия без каких-либо дополнительных работ, без подгонки. Этот метод целесообразно применять в экономическом отношении, т. к. предусмотренные капитальные затраты на оснащение производства окупаются большим количеством производимых сборочных единиц, идущих как на машину, так и на запасные части. Этот вид сборки применяют на массовом и крупносерийном производстве. Применение сборки ч полной взаимозаменяемостью характеризуется высокой себестоимостью изготовления точных деталей, что характерно для изделий с многозвенными размерными цепями и малыми допусками на их замыкающие звенья. В каждом конкретном случае метод сборки выбирают с учетом расходов на последующую эксплуатацию и ремонт изделия. Учитывая необходимость эксплуатации узла «Водило» в полевых условиях и значительные затруднения его ремонта с подгонкой деталей в этих условиях – выбираем метод сборки проектируемого узла с о 100% взаимозаменяемости. Расчет одной из размерных цепей этого узла методом «Максимум-минимум» подтверждает правильность этого выбора с обеспечением полной взаимозаменяемости составляющих звеньев.

**2.5 Разработка технологической схемы сборки узла**

Для разработки технологического процесс сборки узла «Водило»необходимо составить, т.е. разработать технологическую схему сборки этого узла. Она является первым этапом разработки технологического процесса т. к. она в наглядной форме определяет маршрут сборочной единицы. Технологическая схема сборки узла составляется на основе чертежа сборочного узла. На последовательность сборки влияет:

– функциональная взаимосвязь элементов изделия;

– конструкция базовых элементов;

– условия монтажа силовых и кинематических передач

– возможность постановки легкоповреждаемых элементов в конце сборки;

– размеры и масса соединяемых элементов;

– степень взаимозаменяемости элементов изделия;

Вначале составляется схема общей сборки узла, а затем схемы узловой сборки. Вариант схемы сборки выбирают с учетом удобства сборки и контроля качества сборки узла, числа сборщиков, уменьшения необходимой оснастки, уменьшения трудоемкости и себестоимости сборки механизации и автоматизации. На технологической схеме каждый элемент изделия обозначается прямоугольником, разделенным на 3 части. Для нестандартных деталей, узлов:

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | |
| Обозначение | Количество |

Для стандартных узлов:

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование ГОСТ | Количество |

Наименование элементов производится в соответствии со спецификацией сборочного узла. Основной элемент, с которой начинается сборка, называется базовым. Разработка технологической сборки узла начинается с определения базового элемента.

Процесс сборки показывает прямой горизонтальной линией, которая называется линией сборки. Технологическая схема сборки начинается с прямоугольника с изображением базового элемента и заканчивается прямоугольником, изображающим сборочную единицу.

С верхней стороны линии сборки в направлении от базового элемента к собираемому изделию располагают в порядке последовательности сборки прямоугольники, изображающие непосредственно входящие в него детали.

С нижней стороны – все сборочные единицы.

Для каждой сборочной единицы, расположенной с нижней стороны линии сборки могут быть построены свои аналогичные схемы сборки.

Технологическая схема сборки снабжается надписями, определяющими характер соединения, контроля, указание при выполнения сборочных работ, где они не определены типом соединяемых элементов:

Например, указывают: «приварить», «запрессовать», «напрессовать», «набить смазкой», «протереть» и т.д. Технологическая схема сборки узла «Водило» показана в графической части проекта.

**2.6 Разработка технологического процесса сборки узла и нормирование сборочных работ**

**2.6.1 Анализ заводского технологического процесса сборки узла и пути его усовершенствования**

Прежде чем приступить к разработке технологического процесса узла «Водило» нужно дать анализ существующего на заводе технологического процесса сборки с указанием формы организации сборки применяемого оборудования, приспособлений, инструмента, организации работы.

При создании технологического процесса сборки нужно учитывать положительные и отрицательные стороны заводского технологического процесса. Также нужно указать какие мероприятия предлагается осуществить с целью устранения отмеченных недостатков.

На заводе сборка узла «Водило» осуществляется на стационарных стендах по принципу концентрации операций. Она выполняется рабочими высокой квалификации, что повышает себестоимость узла.

Транспортировка узлов и комплектующих осуществляется вручную. Сборочные стенды установлены не по ходу технологического процесса и на значительных расстояниях друг от друга, что задерживает операцию. Это значительно повышает затраты времени на сборку, т.е. увеличивает трудоемкость сборки.

Стеллажи, куда привозят комплектующие детали, находятся также на большом расстоянии от рабочих мест.

Для сборки узла используются специальные приспособления, но используется ручной инструмент. Заводской технологический процесс состоит из 5-ти операций, одна из которых сборочно-подготовительная.

Таблица 3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № опер. | Содержание операции | Профессия. Разряд. |  |
| 005 | Сборочно-подготовительная | Сл.сборщ. 2 разр. | 1,656 |
| 010 | Сборка сателлитами с подшипниками | Сл.сборщ. 4 разр. | 4,294 |
| 015 | Сборка корпуса водила с подсобранными сателлитами и 2-мя шайбами. | Сл.сборщ. 4 разр. | 9,45 |
| 020 | Крепление сателлитов на осях | Сл.сборщ. 2 разр. | 2,52 |
| 025 | Контроль | Контр.3 р | 1,67 |
|  |  | Всего | 19,59 |

Из вышесказанного следует, что существующий технологический процесс необходимо усовершенствовать.

**2.6.2 Разработка маршрутного технологического процесса**

С целью устранения недостатков необходимо, в первую очередь, использовать прогрессивное оборудование. Сначала следует расчленить весь процесс сборки на операции, что позволяет создать непрерывность сборочного процесса и уменьшить его цикл. После определения количества операций технологического процесса сборки, можно сделать выбор основного оборудования. Также необходимо, чтобы транспортировка деталей и сборочных единиц осуществлять механизированным способом. Складирование комплектующих изделий необходимо осуществлять на специальных стеллажах, не загромождая рабочие места сборщиков и повышая культуру производства.

С целью увеличения производительности труда и обеспечения качества сборки резьбовых соединений применять пневмогайковерты.

Все это позволяет:

– снизить трудоемкость сборки узла за счет специализации рабочих мест;

– снизить себестоимость сборки узла за счет использования труда более низкой квалификации;

– увеличить производительность труда за счет поточной сборки и за счет механизации транспортных операций.

Технологический процесс сборки узла «Водило» на заводе выполняется с трудоемкостью: = = 19,59 мин.



При усовершенствовании технологического процесса можно снизить трудоемкость, приблизительно, на 30%.

Следовательно, проектируемый технологический процесс сборки можно выполнить за:



С оперативным временем:



Расчетное время на выполнение операции, исходя из такта работы, составляет: = 1,41 мин.



Следовательно, весь технологический процесс сборки можно выполнить за: n = , n = = 8,75 = 9.



В данном случае целесообразно использовать конвейерную сборку и количество операций взять не девять, а десять с целью рациональной загрузки рабочих мест.

После анализа заводского технологического процесса сборки узла и выбранной формы организации процесс сборки, после усовершенствования процесса сборки и с учетом разработанной схемы сборки, окончательно составляем последовательность выполнения и содержания сборочных работ, т.е. разрабатываем маршрутный технологический процесс сборки. При разработке маршрутного технологического процесса необходимо правильно соблюдать последовательность выполнения операций процесса. При этом нужно учесть, что:

– Предыдущие операции не должны затруднять последующие;

– При поточной сборке разбивка техпроцесса диктуется тактом выпуска

Время, затрачиваемое на выполнение одной операции должно быть равно или кратно такту выпуска;

– Необходимо уделять особое внимание местоположению операции технологического контроля, балансировки, регулировки, если они имеют место;

– После операций, на которых имеется вероятность получения брака, а также после операций сборки методом компенсаторов, вводится обязательный контроль.

Проектируемый технологический процесс сборки узла «Водило» разбиваем на 10‑ть операций и он будет выглядеть следующим образом.

Таблица 4

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № оп. | Содержание операции | Профессия разряд |  |  |
| 005 | Расконсервация подшипника. и смазка их. | Сл. сборщ. 2 разряд. | 1,145 | 1,259 |
| 010 | Сборка подшипников с сателлитами | Сл. сборщ. 3 разряд. | 1,295 | 1,424 |
| 015 | Запрессовка подшипников в сателлиты. | – – | 1,244 | 1,369 |
| 020 | Установка корпуса водила на конвейер | – – | 1,219 | 1,341 |
| 025 | Сборка корпуса водила с сателлитом, шайбами и осью. | Сл. сборщ. 3 разряд. | 1,245 | 1,37 |
| 030 | Сборка корпуса водила со вторым сателлитом. | – – | 1,245 | 1,37 |
| 035 | Сборка корпуса водила с третьим сателлитом. | – – | 1,245 | 1,37 |
| 040 | Сборка подсобранного водила со спец шайбой, шайбой и болтом. | – – | 1,219 | 1,341 |
| 045 | Затянуть три болта с усилием | – – | 1,11 | 1,22 |
| 050 | Контроль | Контролер 3 разряд. | 1,194 | 1,313 |
|  |  | Всего | 12,161 | 13,377 |

Из таблицы №4 видно, что штучное время сборки узла составляет: . Следовательно, трудоемкость можно снизить не на 30%, а на 32%. Подобный расчет норм времени дан в пояснительной записке в разделе 2.10.



**2.6.3 Выбор оборудования, приспособлений и инструмента. Расчет усилий затяжки резьбового сопряжения М10 – . Выбор оборудования, приспособлений и инструмента**



При разработке технологического процесса сборки и маршрутного, и операционного, сразу, одновременно нужно произвести выбор технологического оборудования и сборочной оснастки, необходимых для выполнения сборочных работ на каждой операции.

Основанием выбора служат содержание операции, конструкция и размеры узла, тип производства.

К основному оборудованию относятся сборочные столы и стенды, верстаки, сборочные конвейеры, прессы и т.д. В массовом крупносерийном производстве сборку выполняют с применением автоматических и автоматизированных установок, механизированных конвейеров и др. средств механизации технологических переходов технологического процесса сборки. Чтобы выбрать технологическое оборудование и установить режим его работы, необходимо произвести технологические расчеты:

– определить усилие запрессовки при выборе пресса;

– определить момент на ключе при затяжке резьбового соединения с целью контроля усилия затяжки;

– определить температуру нагрева или охлаждения при сборке с тепловыми воздействиями;

– определить момент на ключе при вальцовке;

– определить усилие клепки и т.д.

Выбор вспомогательного оборудования, подъемно-транспортного оборудования, зависит также от принятого типа производства, формы организации сборки, конструктивных и вспомогательных данных собираемого узла, количества перемещаемых грузов. В качестве вспомогательного оборудования можно использовать: приводные или ручные, транспортные конвейеры, электротележки, манипуляторы, консольно-поворотные краны, специальные стеллажи и т.д.

Инструмент, применяемый при сборочных работах, полностью зависит от характера и содержания операций и принятого типа производства. В случае необходимости операции должны быть оснащены сборочными приспособлениями. При сборке узла «Водило» в качестве основного оборудования целесообразно использовать вертикально-замкнутый подвижный конвейер тележечного типа с прерывной подачей узлов на операции технологического процесса.

Для запрессовки и напрессовки деталей использовать пресс скобы гидравлические с питанием от гидростанций. Для сборки болтовых соединений нужно предусмотреть специальные пневмогайковерты. В качестве инструмента также использовать молоток.

Необходимо на участке применить вспомогательное оборудование – на оп. 020 – манипулятор для установки корпуса водила на конвейер, а также два рольганга приводных, один для хранения корпусов водила перед подачей их на оп. 020, другой рольганг-накопитель для готовой продукции.

Для подвоза комплектующих изделий необходимо использовать электрокар, а для хранения их специальные стеллажи и тару.

Расчет усилий затяжки резьбового сопряжения М10 –



Данное резьбовое сопряжение класса прочности 8,8, с кадмированным покрытием со смазкой солидолом должно обеспечивать прочность, надежность в работе, удобство сборки и разборки, возможность регулирования взаимного положения деталей и силы затяжки.

Выбор метода сборки зависит от требуемой точности сборки, качества, серийности выпуска, конструктивных особенностей деталей.

Процесс сборки резьбового соединения состоит из подачи деталей, контроля, маркировки и транспортирования соединения на другую операцию или склад.

Расчетная сила затяжки определяется от заданных условий работы резьбового соединения на основе расчета его на прочность, при которой нужно учитывать совместное действие силы затяжки и внешней нагрузки. Прикладываемый при затяжке к гайке вращающий момент уравновешивается моментом и необходимо определить усилие затяжки резьбового сопряжения М10 – , класс прочности 8,8, который выбран из источника, табл №1 в зависимости от условий работы резьбы.



Момент затяжки резьбового соединения равен:



Составляющие моменты сил и определяются по расчетным значениям коэффициента силе трения в резьбе



Их определяем по таблице №4, исходя из вида смазки:



Теперь определяем среднее значение коэффициентов и



=



Округляем до ближайшего меньшего значения по таблице: = 0,16.



= = 0,125



Округляем до ближайшего меньшего значения по таблице: = 0,12.



Учитывая номинальный размер резьбы М10, заданный класс прочности 8.8 резьбового соединения и найденные значения коэффициентов и по таблице №5 находим:



= 21.



Таким образом, момент на ключе составит:

; = 17 + 21 = 38.



Это и есть момент затяжки.

Максимально допустимый момент затяжки равен:

= + 0,2



= 38 + 0,2 38 = 45,6



Минимально допустимый момент затяжки равен:



= 38 – 0,1 .



**2.6.4 Разработка операционного технологического процесса сборки**

На основании технологической схемы сборки узла, а также маршрутного технологического процесса определяются схемы базирования и закрепления базовых элементов, устанавливается последовательность или совмещение переходов во времени, окончательно выбирают оборудование, корректируют, если нужно нормы времени.

Технологический процесс, разрабатываемый для подвижной поточной сборки на вертикально-замкнутом конвейере должен обеспечить синхронизацию выполнения работ с учетом также выпуска.

Поэтому нужно произвести анализ трудоемкости каждой операции, осуществить корректировку маршрутного технологического процесса с целью синхронизации операции по такту. Для этого необходимо разбить все сборочные операции на технологически неделимые элементы, а затем соединить их в последовательном порядке в операции так, чтобы сумма оперативного времени этих элементов укладывалась в расчетный такт выпуска или была бы кратна ему. В этом случае, когда оперативное время на операцию кратно такту выпуска – операция должна выполняться либо несколькими сборщиками, либо на нескольких рабочих местах. Синхронизация операций может быть достигнута за счет разгрузки оборудования на тех операциях, где оперативное время на их выполнение превышает такт выпуска на некоторую некратную ему величину. На таких операциях можно уменьшить величину оперативного времени за счет:

– перегруппировки переходов по операциям;

– снятия некоторых переходов с перегруженных мест и передачи их на другие недогруженные;

– увеличение количества рабочих мест сборщиков на перегруженных операциях и за счет механизации и автоматизации выполнения сборочных работ на этом рабочем месте.

Мною разработан операционный технологический процесс сборки на операцию 025 «Сборка корпуса водила с сателлитом, шайбами и осью».

**2.6.5 Разработка контрольно-испытательных операций**

При проектировании технологического процесса сборки важное значение имеет технический контроль качества. Количества продукции обеспечивается предупреждением и своевременным выявлением брака на всех этапах производственного процесса.

В маршрутном технологическом процессе указывают контрольные операции, и элементы контроля выполняют при сборке.

При узловой и общей сборке проверяют:

– наличие необходимых деталей в собранном узле – визуально;

– правильность положения сопрягаемых деталей и сборочных единиц;

– зазоры в собранных соединениях

– герметичность соединений;

– плотность прилегания поверхностей;

– затяжку резьбовых соединений;

– плотность и качество заклепок;

– качество сварных соединений;

– размеры заданных на сборочных чертежах;

– внешний вид – отсутствие повреждений

– порядок и характер выполнений испытаний узла ит. д.

Контролируемые параметры, средства измерения узла и объем измерения по узлу «Водило» указаны в карте в «Карте технологического контроля», где присутствует и визуальный контроль, и ручная проверка, и контроль с помощью тарированного ключа.

**2.6.6 Техническое нормирование работ**

Одним из важнейших этапов разработки технологического процесса является нормирование времени сборочного процесса, на базе которого определяется производительность рабочих мест, устанавливаются расценки по операциям, осуществляется календарное планирование производства, выявляются возможности многостаночного обслуживания. На основе технологического нормирования определяют трудоемкость сборочных работ, а исходя из нее, проектируют новые участки сборки и сборочные цеха.

Различают три метода нормирования времени:

– технический расчет норм по ормативам;

– на основе изучения затрат времени;

– определение норм по укрупненным типовым нормативам.

При первом методе длительность нормируемой операции определяют расчетным путем по элементам, использую нормативы, представляющие собой расчетную продолжительность выполнения отдельных элементов работы. Данный метод называют расчетно-аналитическим.

При втором методе норму времени устанавливают на основе изучения затрат рабочего времени наблюдением непосредственно в производственных условиях. Этот метод имеет особо важное значение для изучения и обобщения передовых приемов труда.

При третьем методе норму времени определяют более приближенно – по укрупненным типовым нормативам разрабатывают для типовых операций и процессов по отдельным видам работ.

Штучное время определяется по формуле:



– основное технологическое время



– вспомогательное время



– время организации и обслуживания рабочего места



– время перерывов работы



Основное время затрачивается на выполнение соединений, регулировку, подбор деталей, подготовку деталей к сборке. Вспомогательное время учитывает действия, сопровождающие и обеспечивающие выполнение основной работы.

Сумма основного и вспомогательного времени – есть оперативное время.



Элементы основного и вспомогательного времени тесно связаны между собой. Поэтому в оперативной карте указано нормирование переходов и операции в целом по оперативному времени. Нормирование работ в поточном производстве имеет свои особенности, т. к. на каждую операцию определяем норму не штучного времени, а оперативного времени.

Норма штучного времени на операцию определяется по формуле:

мин.



где – оперативное время на выполнение операции.



обслуживание и организацию рабочих мест ()



()



Мною подробно выполнен расчет норм времени на операцию 025 технологического процесс сборки «Водило», а именно «Сборка корпуса водила с сателлитом, шайбами и осью». Нормы времени на оп. 025 технологического процесса сборки узла «Водило».

Таблица 5.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Содержание перехода. |  | Факторы, влияющие на продолж. | Карта | Позиц. |
| 11. | Собрать сателлит в сборе с 2‑мя шайбами и корпусом водила совмещая отверстия с помощью технологической оправки… | 0,545 | d = 62 мм | 23 | 3а |
| 22. | Смазать наружную поверхность оси маслом. | 0,018 | d = | 18 | 5а |
| 43. | Вставить ось в совмещенные отверстия корпуса водила, шайб и сателлита в сборе. | 0,453 | d = 62 мм | 40 | 2а |
| 54. | Запрессовать ось в корпус водила до упора. | 0,227 | d = 62 мм | 4з | 1а |
|  | Всего | 1,245 | – – | – – | – – |

Все значения взяты с источника.



Определив на операцию 025,



Можно рассчитывать на эту же операцию.



= мин.



= 1,245 = 1,37 мин.



Аналогично определяется штучное время на остальные операции:



.



.



Итого: =



мин.



При стационарной сборке = 19,59 мин.



Следовательно, можно сделать вывод о том, что поточная подвижная сборка целесообразна, т.к. она сокращает трудоемкость сборочных работ, имеет место экономия времени.

Экономия трудозатрат в расчете на один узел составляет:

–



= 19,59 – 13,377 = 6,213



В расчете на годовую программу экономия времени составляет:



6,213 .



**3. Организационная часть**

**3.1 Определение потребного количества оборудования**

**3.1.1 Определение количества рабочих мест поточной линии и основных параметров конвейера**

Для определения количества сборочного оборудования и рабочих мест сборки необходимы следующие данные:

1. Годовая приведенная программа участка.
2. Технологический маршрутный и операционный процесс сборки;
3. Нормы времени, мин.
4. Эффективный годовой фонд времени рабочего места.

Количество рабочих мест поточной линии сборки для каждой сборочной операции

Определяют на основе разработанного и синхронизированного по такту выпуска технологического процесса ().



На предварительном этапе проектирования участка сборки можно рассчитать количество рабочих мест по формуле:

,



где – суммарное оперативное время сборки узла



= 12,161 мин.



– коэффициент плотности работы на рабочих местах = 1.



= = 8,62 – станций



Мы уже приняли станций;



Коэффициент загрузки конвейера равен:

=



Принятое общее количество рабочих мест конвейера () следует увеличить на 10–15% для получения резервных рабочих мест (), которые нужны для исправления обнаруженных дефектов а также для выполнения дополнительных требований заказчиков. Принимаем = 2 станций



Тогда общее количество рабочих мест определим по формуле:

+



Расчетная скорость движения конвейера посчитана ранее = 15 мм.



погонная нагрузка о веса рабочей и холостой части тягового органа замкнутых конвейеров, обычно принимаемая нагрузка составляет:



= 2500 3500 нм.



48 × 0,65 × 2500 = 78000 Н.



:



= 39000 Вт = 39 кВт



**3.1.2 Определение количества транспортного и подъемно-транспортного оборудования**

Потребное количество напольных транспортных средств каждого вида зависит от грузооборота участка и определяется по формуле:

шт.



транспортных средств



– масса годового количества грузов, перемещаемых на данном виде транспорта.



- годовая производственная программа.



– масса узла.



O – число транспортных операций на 1 узел.

O = 2.

– среднее время на одну транспортную операцию.



() мин,



где L – средняя длина пробега транспорта в оба конца за одну транспортную операцию, м.

L = 600 м.

.



= 200 мин.



– при управлении с пола.



– соответственно, время загрузки и разгрузки для одной операции.



n – количество одновременно захватываемых изделий.

n = 10 шт.

– действительный годовой фонд времени работы крана, час.



1907 ч.



= = 0,73.



Принимаем, = 1.



Коэффициент загрузки:

= .



**3.2 Определение состава и численности работников сборочного участка**

Численность работающих на участке определяют по группам и категориям работников: основных и вспомогательных рабочих, руководителей, специалистов и служащих.

**3.2.1 Определение численности основных рабочих**

К основным рабочим сборочного участка относятся слесари-сборщики.

При поточной сборке явочное число рабочих – сборщиков устанавливают пропорционально принятым рабочим местам и средней плотности работы, на станциях конвейера:

,



где – принятое количество рабочих мест конвейера. = 9 ст.



– коэффициент плотности работы;



9



Определяем их списочное количество, которое включает дополнительное число для подмены больных и временно отсутствующих для поддержания ритмичной работы конвейера.

= 9



принимаем = 10 чел.



Средний разряд слесарей-сборщиков на участке устанавливаем 3 разряд.

**3.2.2 Определение численности вспомогательных рабочих**

К вспомогательным рабочим сборочного участка относятся контролеры, наладчики – ремонтники, крановщики, эл. карщики.

Их количество устанавливается в зависимости от характера и объема выполняемых работ. При этом возможно совмещение работ разных профессий.

Определение численности вспомогательных рабочих проводят по формуле:

,



где C – число обслуживаемых единиц оборудования

m – количество смен; m = 1.

H – норма обслуживания, H = 12 ед.

C – число единиц обслуживаемого оборудования, C = 7,0 ед.

Определим количество наладчиков:

,



= = 0,55.



Принимаем = 0,5.



Определим количество стропольщиков:

; = 1



С = 1.

Определяем количество электрокарщиков:

; = 1



Необходимое количество контролеров в крупносерийном и массовом производствах определяют по формуле:

,



где = 74500 шт. – производственная программа сборки узлов.



b = 0,5 – коэффициент, учитывающий выборочность контроля.

П = 2 – число контрольных проверок.

k = 1,2 – коэффициент учитывающий время на обход рабочих мест и составление документации.

T = 1,313 мин. – время одной проверки.

*=* 1778 ч. *–* действительный годовой фонд времени на одного рабочего*.*



= 1,1



Принимаем .



Всего вспомогательных рабочих на участке – 3,5 человека.

**3.2.3 определение численности руководителей, специалистов и служащих**

При проектировании участков сборки количество руководителе, специалистов и служащих определяются на основе отраслевых нормативов с учетом штатного расписания. Расчеты проводятся с учетом численности основных и вспомогательных рабочих.

Число руководителей 7 – 10% от общего числа рабочих.

На участке 10 основных и 3,5 вспомогательных рабочих.

Всего 13,5 человек.

Количество мастеров:

= 1,08.



Принимаем – 1 мастера.

Количество инженеров-технологов – 5% от количества основных рабочих.

= 0,5.



Принимаем = 0,5 чел.



Количество учетчиков – 5% от числа основных рабочих.

= 0,5.



Принимаем = 0,5 чел.



Количество младшего обслуживающего персонала – 1% – 2% от общего числа рабочих.

.



Принимаем чел. –.



Таким образом, на участке работает PP C и C – 2,25 человека.

Всего на участке работает:



Таблица 7

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Категории работников | Количество | Вид оплаты | Разряд | Часовая тарифная ставка |
| 1. | Основные рабочие: слесари-сборщики. | 10 | Повременно-премиальный | 3 | = 19,8 р. |
| 2. | Вспомогательные рабочие: |  |  |  |  |
|  | – Наладчик | 0,5 | Повременно-премиальный | 3 | = 4300 р. |
|  | – Карщик | 1 | Повременно-премиальный | 3 | = 4300 р. |
|  | – Контролер | 1 | Повременно-премиальный | 3 | = 4300 р. |
|  | – Строповщик | 1 | Повременно-премиальный | 3 | = 4300 р. |
|  | Итого: | 3,5 |  |  |  |
| 3. | PP, С и С |  |  |  |  |
|  | – Мастер | 1 | – – | – – | = 9500 р. |
|  | – Технолог | 0,5 | – – | – – | = 8600 р. |
|  | – Учетчик | 0,5 | – – | – – | = 5200 р. |
|  | – МОП | 0,25 | Повременно-премиальный | – – | = 4300 р. |
|  | Итого | 2,15 |  |  | – – |
|  | всего | 15,75 |  |  | – – |

**3.3 Организация труда и рабочих мест на участке**

**3.3.1 Форма организации труда на участке**

Рабочее место – это зона трудовой деятельности одного или нескольких исполнителей, оснащенная средствами, необходимыми для производственных заданий.

Оно является первичным элементом производственной структуры цеха и участка предприятия. Рациональная организация рабочих мест осуществляется в зависимости от влияния многих технических, организационных, метрологических и психологических факторов.

Для поточной конвейерной сборки, в условиях крупносерийного производства предусматриваем форму организации труда рабочих-сборщиков с совмещение возможности выполнения каждым из них различных сборочных операций на различных станциях конвейера. Это повысит производительность труда сборщиков за счет снижения их монотонности их труда.

При этом расширяется технический кругозор рабочего, его заинтересованность в участии процесса сборки узла, расширяет его трудовые функции.

Выбранная форма организации труда сборщиков позволяет обеспечить ритмичность работы, увеличивая при этом заработную платы и профессиональные навыки сборщиков.

**3.3.2 организация рабочих мет на участке**

Организация рабочего места зависит от особенностей средств и предметов труда, труда, технологической обработки, технологического оснащения, средств механизации и автоматизации. Рациональное размещение в зоне рабочего места всех элементов материального производства экономит трут и силы рабочего, снижает его утомляемость и позволяет совершенствовать систему обслуживания рабочих мест без снижения работоспособности и состояния здоровья рабочего. Необходимо учитывать психологические, санитарно-гигиенические и эстетические требования к организации рабочего места, не допускать повышенной вибрации, вредных шумов, плохого освещения, резких изменений температуры и влажности воздуха, нарушение правил техники безопасности.

На участке сборки узла «Водило» расположение рабочих мест на конвейере строго соответствует последовательности сборки, определенной разработанным технологическим процессом. Причем, ни одна, ранее выполненная рабочая операция не является тормозом для выполнения последующей. Оперативное время на выполнение каждой из сборочных операций четко синхронизировано с заданным тактом выпуска изделий. Этому в немалой степени способствует научная организация рабочих мест. Укомплектование каждого рабочего места сборочными столами-стеллажами, позволяет, наряду с удобством расположения и использования рабочего инструмента, обеспечить требуемую комплектацию рабочего места, нужными для сборки деталями и узлами. Расположение их способствует высокопроизводительному труду сборщиков, снижает их утомляемость. На операциях, где предусмотрена затяжка, использованы пневматические гайковерты, что позволяет механизировать труд рабочего сборщика, т.е. повысить производительность его труда.

Между рабочими местами операций 015 – 020 установлен рольганг приводной, с которого, с помощью манипулятора на конвейер подается деталь «Водило», т.е. она имеет большую массу.

После контроля узел транспортируется на рольганг приводной с помощью специального съемного устройства.

Этот рольганг является одновременно и накопителем.

Использование подъемных средств на участке не создает препятствий для стабильной работы конвейера.

**3.4 Организация транспортной системы участка**

Машиностроительное производство связано с перемещением больших объемов материалов, полуфабрикатов, оснастки, отходов и других видов грузов. Поэтому нужна координация транспортных процессов, обеспечение перевозок по внутризаводскому и внешнему кооперированию, снабжения предприятия сырьем, материалами, сбыт готовой продукции. Перемещение грузов связанно с выполнением большого объема погрузочно-разгрузочных работ, с механизацией и автоматизацией этих работ, которая является одной из важнейших социальных задач по ликвидации тяжелого малопривлекательного труда.

Транспортные средства подразделяются на внешние, межцеховые внутрицеховые, последние, в свою очередь, подразделяются на общецеховые и межоперационные.

На участке используется два рольганга приводных, один из которых является накопителем, комплектующих деталей для оп. 020, а другой является накопителем для продукции. Кроме того на участке имеется манипулятор, с помощью которого осуществляется подача деталей с рольганга на рабочее место операции 020.

При перевозки комплектующих деталей и узлов со склада и цехов-смежников на проектируемы участок, а также для транспортирования собранных изделий на специальные промежуточные склады и главный конвейер, применяя межзаводской безрельсовый транспорт транспортного цеха – электрокар ЭТБ -100 с подъемным устройством грузоподъемностью Q = 1 т.

Перевозки осуществляются в закрытом помещении цеха, поэтому выбор этого типа транспорта вполне обоснован.

Для транспортировке деталей и узлов в таре, используется кран-балка, грузоподъемностью 2 т.

**3.5 Организация технического контроля**

Ответственность коллектива за качество выпускаемой продукции требует функционирования различных служб, осуществляющих контроль качества изготавливаемых изделий на всех участках производства, во всех фазах технологического цикла.

Задача службы технического контроля на только проверка соответствия изготовленного изделия установленным требованиям и стандартам, но и соблюдение технологической дисциплины.

В процессе сборки узла «Водило» выполняется контрольная операция, которая осуществляется на конвейере или на приводном рольганге, куда узел перемещается автоматически. Это позволяет осуществлять нужные контрольные замеры, а также на раду с активным контролем осуществлять и пассивный контроль.

Активный контроль производится по ходу технологического процесса.

Объектами контроля являются:

– комплектность узла;

– узел должен быть собран согласно спецификации технологического процесса;

– свобода вращения в подшипниках – ручным апробированием;

– качество затяжки крепежных болтов, согласно карте технологического контроля;

– сборочные размеры, получающиеся при сборке.

Для крупносерийного производства с годовой программой выпуска 74500 шт. принимаем выборочный контроль собранных изделий, процент контроля указан в «Карте технического контроля» комплекта технологической документации.

**3.6 Организация ремонта оборудования на участке**

Современное машиностроительное предприятие оснащается дорогостоящим оборудованием, разнообразными автоматическими системами, роботизированными комплексами. Для бесперебойной работы оборудования с заданной точностью требуется систематическое техническое обслуживание его, выполнение ремонтных работ и мероприятий по технической диагностике.

Техническое обслуживание – это комплекс операций по поддержанию работоспособности оборудования при использовании его по назначению, при хранении и транспортировании. В процессе технического обслуживания, периодически повторяющиеся операции – осмотр, промывка, проверка на точность и др. регламентированы и выполняются по заранее разработанному графику.

Текущий ремонт производится в процессе эксплуатации оборудования. Цель такого ремонта – обеспечить работоспособность оборудования до очередного планового ремонта.

Капитальный ремонт осуществляется для восстановления полного или близкого к полному ресурсу. Обычно он сопровождается модернизацией оборудования.

Ремонты, вызываемые отказом или авариями, называется внеплановыми. При хорошей организованной системе обслуживания и высокой культуре эксплуатации оборудования необходимость во внеплановых ремонтах, как правило, не возникает.

Учитывая, что участок сборки оснащен сравнительно небольшим количеством оборудования, принимаем наиболее эффективную структуру ремонтного цикла, с числом средних и текущих ремонтов, не более:

= 2; = 6.



Для несложного оборудования между двумя смежными ремонтами производим только один осмотр, а для поворотного стола принимаем 2 – 3 осмотра между двумя смежными ремонтами.

Таблица 8

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид оборудования | Количество ремонтов | | | Количество осмотров |
| Капитальный | Средний | текущий |
| Основное:   1. Легкое 2. Крупное | 2  2 | 0  1 | 4  5 | 5  21 |
| Вспомогательное:  1. Транспортное  2. Грузоподъемное | 2  2 | 2  1 | 6  5 | 18  14 |

**3.7 Разработка мероприятий по охране труда**

На участке сборки «Водило» расстановка основного и вспомогательного оборудования произведена в строгом порядке с существующими нормами.

Норма расстояния между конвейером вертикально-замкнутым и рабочими столами-стеллажами установлена согласно табл. №14.

На участке предусмотрены стеллажи для хранения необходимого запаса деталей и комплектующих изделий.

Расстояние между сборочными столами, стеллажами и приводными рольгангами обеспечивают свободный проход, как основных, так и вспомогательных рабочих.

Конвейер заземлен, приводы имеют защитные кожухи, инструмент приспособления – стандартные и обеспечивают необходимую безопасность работы. На участке предусмотрен пожарный щит и ящик с песком. Освещение рабочих мест и участка сборки в целом выполняется в строгом соответствии с действующими санитарными нормами и правилами.

Запрещено прикасаться к арматуре общего освещения, к оборванным проводам, клеммам и другим легкодоступным токоведущим частям. Находясь на территории цеха, участка, завода, необходимо быть внимательным к сигналам, подаваемым водителями движущегося транспорта. Нельзя находиться или проходить под поднятым грузом, не пролезать под конвейером и рольгангом в неустановленных местах.

Все правила по технике безопасности и охране труда должны соответствовать требованиям стандартов, должны быть утверждены главным инженером завода и обязательно должны выполняться на местах.

**3.8 Планировка участка**

При проектировании плана расположения оборудования на участке сборки выдержаны следующие параметры:

Шаг расположения колонн – 12 м.

Ширина между осями колонны – 18 м.

Высота здания – 7,2 м.

На проектируемом участке сборки установлен вертикально-замкнутый конвейер длинной 24 м, шириной 0,5 м.

Шаг конвейера составляет 2 м. Расстояние от стола сборщика до стола – 1 м.

Конвейер имеет 12 рабочих мест, из них сборочных – 9, контрольных – 1, резервных – одно и место для съема собранного узла с конвейера. Конвейер расположен рядом с дорогой шириной 4 м, что позволяет транспортному рабочему развозить комплектующие изделия к столам-стеллажам.

Контроль продукции может выполняться и на приводном рольганге шириною 0,5 м, длинною 5 м.

Участок оснащен кран-балкой, грузоподъемностью 2т.

Основные размеры участка сборки:

Ширина участка В = 8 м.

Длина L = 26,25 м.

Общая площадь участка = L x B = 26,25 x 8 = 210 .



**4. Экономическая часть**

**4.1 Общая часть**

Изготовление высококачественной, конкурентоспособной, пользующейся спросом продукции – основная задача любого предприятия производителя. Перевод процесса сборки узла «Водило» на поточную конвейерную сборку обеспечивает, наряду с низкими физическому затратами низкую себестоимость собранных узлов.

Полная себестоимость продукции представляет собой все затраты, связанные с ее изготовлением, в том числе и затраты на сборку. Поэтому разработанный технологический процесс сборки должен быть прогрессивным и обеспечивать низкие затраты на сборку. Четкая синхронизация операций технологического процесса поточной сборки узла «Водило» наряду с применением прогрессивного технологического оборудования и механизированного высокопроизводительного инструмента значительно сократить трудоемкость технологического процесса сборки узла. Расчет технико-экономических показателей работы участка позволит сделать выводы о прогрессивности разработанного технологического процесса.

**4.2 Расчет годовой потребности и затрат на оборотные фонды**

– расчет потребного количества силовой электроэнергии:



где – – суммарная мощность оборудования в кВт.



1907 час – действительный годовой фонд времени работы оборудования при односменной работе.



m = 1 – количество смен.

– коэффициент загрузки оборудования



коэффициент спроса, учитывающий использование электроэнергии двигателя по времени.



кВт.



– потребное количество осветительной энергии:

= 2100



2100 час – годовая осветительная нагрузка.

норма расхода эл. энергии на 1 площади.



– площадь проектируемого участка.



– Потребное количество сжатого воздуха:

= ()



количество воздухоприемников.



2



m – количество смен; m = 1.

коэффициент загрузки инструмента;



средний часовой расход сжатого воздуха на 1 точку потребления;



36 час



– количество часов в отопительный сезон;



= 4320 час



объем здания, ;



t – теплота иcпарения; t = 540 ккал/час.

– наладчик 3 р. – 0,5 чел. руб. час.



– Эл. карщик 3 р. – 1 чел. руб. час. – часовая тарифная ставка.



-



коэффициент учитывающий премии;



1,9



– коэффициент учитывающий интенсивность труда при обслуживании конвейера.



1,7;



3,5



Дополнительный фонд заработной платы:



Общий фонд заработной платы:

= + = 404620 руб.



Начисление на заработную плату в фонд социального страхования:

0,41 = 0,41 404620 = 165894 руб.



Общий фонд с начислениями:

= = 15415120 + 633499 = 2178619 руб.



**4.4.3 Расчет фонда заработной платы PP, C и С**

На участке сборки узла «устройство предохранительное» работают мастер, технолог, нарядчик-учетчик и уборщик. Они совмещают работу с работой на других участках. Поочередно определим фонды заработной платы этих категорий работников.

– Мастера.

Основной тарифный фонд заработной платы

,



где – количество мастеров; = 1 чел.



руб. – месячный оклад мастера



Т = 12 – количество месяцев в году

1



– Технолога.

=



0,5 чел. – количество технологов.



8600 руб. – месячный оклад технолога,



Тогда = 0,5



– Учетчика.

=



0,5 чел.



5200 руб. – месячный оклад учетчика,



Тогда = 0,5



Для МОП

=



0,5 чел.



4300 руб. – месячный оклад уборщика.



= 0,5



Премия 10% от равна 1290 руб.



Общий тарифный фонд для PP, C и С составит:

=



114000 + 51600 + 31200 + 12900 + 1290 = 210990 руб.



Дополнительный фонд заработной платы:

= 0,1



= = 210990 + 21099 = 232089 руб.



Начисления в фонд социального страхования:

= 0,41 = 0,41



Общий фонд с начислениями:

+ = + = 327245 руб.



**4.5 Расчет цеховых расходов**

Цеховые расходы определяются при составлении сметы затрат на содержание и эксплуатацию оборудования, рабочих мест и сметы цеховых расходов.

**4.5.1 Расчет затрат на содержание и эксплуатацию оборудования и рабочих мест**

– Амортизация оборудования

=



где – норма амортизации оборудования; = 0,042



1705000 руб. – стоимость оборудования.



0,042 = 71610



– затраты на содержание и ремонт оборудования

=



0,023.



0,023



– затраты на содержание и возобновление малоценных приспособлений и инструментов:

1000 руб. на 1 производственного рабочего

= 1000



– силовая эл. энергия

= 109519



– сжатый воздух

= 80735



Результаты расчета занесены в таблицу №11.

Таблица 11

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Статья затрат** | **Обозначение** | **Сумма** |
| 1. | Амортизационные отчисления |  | 71610 |
| 2. | Содержание и ремонт оборудования |  | 39215 |
| 3. | Содержание и восстановление малоценного инструмента |  | 10000 |
| 4. | Силовая электроэнергия. |  | 109519 |
| 5. | Сжатый воздух. |  | 80735 |
|  | Итого: |  | 311079 |

Определим стоимость одного часа работы:

Sоб/ч = = = 18,73



= 13,377 мин.



= 74500 шт. – годовая приведенная программа.



Расчет общецеховых расходов.

– заработная плата вспомогательных рабочих и PP, C и С.

570514 + 327245 = 897759

– амортизация здания:

,



где – норма амортизации здания



0,025;



– стоимость здания;



где С = 1250 р. – стоимость 1 здания;



0,025 = 47250



= 0,02 = 0,02



– Осветительная энергия

= 21609



– Вода для бытовых нужд – 49294

– Горячая вода для отопления – 4829

– Расходы на изобретения и рационализацию.

= 0,15



– Расходы на охрану труда

= 0,05 1404655 = 70233



Общецеховые накладные расходы, относящиеся к участку

= 0,4



Таблица 12

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Статья затрат | Сумма |
| 1. | Заработная плата вспомогательных рабочих PP, C и С. | 897759 |
| 2. | Амортизация здания | 47250 |
| 3. | Содержание и ремонт здания. | 37800 |
| 4. | Осветительная электроэнергия. | 21609 |
| 5. | Вода для бытовых нужд. | 49294 |
| 6. | Горячая вода для отопления. | 4829 |
| 7. | Расходы на рационализацию и изобретательство. | 2106989 |
| 8. | Расходы на охрану труда. | 70233 |
| 9. | Общецеховые накладные расходы. | 561862 |
| 10. | Итого: | = 19001334 |

= 311079 + 1901334 = 2212413



Определяем процент накладных расходов:

=



где – основной фонд заработной платы производственных рабочих.



1404655.



= = 157%.



**4.6 Расчет себестоимость сборки узла**

Себестоимость сборки узла это и есть затраты, связанные со сборкой одного узла, включающие в себя производственную заработную плату сборщиков, затраты на содержание и ремонт оборудования, а также косвенные расходы, приходящиеся на один узел.

Себестоимость сборки определяем по формуле:

,



где – производственная заработная плата основных рабочих на один узел.



– затраты на ремонт и содержание оборудования, приходящиеся на один узел.



косвенные накладные расходы на один узел.



руб.



где d = 10% – дополнительная заработная плата,

l = 41% – отчисления в фонд социального страхования.

= = 4,41 руб.



где = 13,377 мин.



С учетом премии = 4,41 2,1



1,1



Определим теперь затраты на содержание и ремонт оборудования, приходящиеся на один узел:

руб.,



где = 18,73 руб. – стоимость одного часа работы оборудования.



= = 4,17



Величина накладных расходов составит:

= 0,01 = 0,01



где = 157% – процент накладных расходов.



Тогда себестоимость сборки узла составит:

= 27,32 + 4,17 + 27,65 = 59,14



По данным завода изготовителя себестоимость сборки узла «Водило» составляет = 62,3 руб.



Следовательно, организация участка поточной конвейерной сборки по разработанному технологическому процессу сборки целесообразна.

**4.7 Определение показателей эффективность проектируемого участка сборки**

Годовой экономический эффект по формуле:

=



где 62,3 рубля – заводская себестоимость сборки узла.



рубля – себестоимость сборки узла на проектируемом участке.



капиталовложение по проектируемому варианту yа один узел.



= = = 48,25



– капиталовложение по заводским данным на один узел и они составляют:



= 42,0 руб.



E = 0,15 – нормативный коэффициент эффективности капиталовложения.

Определяем годовую выработку:

= = 59,14 руб.



Годовая выработка на одного рабочего сборщика составит:

= = = 440593 руб.



Снижение трудоемкости сборки узла определяется по формуле:



Определяем снижение себестоимости сборки узла:

;



**4.8 Технико-экономические показатели участка**

Таблица 13

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | **Наименование показателя** | **Ед. изм.** | **Величина** |
| 1. | Годовая приведенная программа | Шт. | 74500 |
| 2. | Трудоемкость () сборки узла | Мин. | 13,377 |
| 3. | Действительный годовой фонд работы оборудования | Час. | 1907 |
| 4. | Количество рабочих мест | Шт. | 12 |
| 5. | Такт выпуска | Мин. | 1,54 |
| 6. | Суммарная мощность оборудования | кВт. | 53 |
| 7. | Коэффициент загрузки рабочих мест | % | 0,86 |
| 8. | Количество производственных рабочих | Чел. | 10 |
| 9. | Количество вспомогательных рабочих | Чел. | 3,5 |
| 10. | Количество PP, C и С. | Чел. | 2,25 |
| 11. | Средняя месячная зарплата сборщика | Руб. | 12876 |
| 12. | Площадь сборочного участка |  | 210 |
| 13. | Удельная площадь на одного рабочего |  | 17,5 |
| 14. | Процент косвенных расходов | % | 157 |
| 15. | Себестоимость сборки | Руб. | 59,14 |
| 16. | Годовой экономический эффект | Руб. | 165567 |
| 17. | Процент снижения трудоемкости | % | 32 |
| 18. | Процент снижения себестоимости | % | 5 |

**Заключение**

При разработке технологического процесса сборки «Водило» использовано прогрессивное основное и вспомогательное оборудование. Предложенная конвейерная сборка основана на детальной синхронизации всех сборочных и контрольной операций. При этом применяются такие высокопроизводительные средства механизации, как пневматические гайковерты, и рольганг механизированный и т.д. В целом это позволило снизить трудоемкость сборки на 32% или на 7715 часа в год. Себестоимость снижена на 5%. Кроме этого также использован труд более низкой квалификации, что снизило себестоимость сборки узла. Возросший уровень механизации на участке не только улучшает указанные выше показатели, но и повышает культуру производства, облегчает труд рабочих.

Следовательно, разработанный вариант технологического процесса сборки узла целесообразен и может быть использован на производстве.

**Список используемых источников**

1. Данилевский В.В. «Технология машиностроения» М. Высшая школа 1988 г.

2. Решетов Д.Н. «Детали машин» М. Машиностроение 1989 г.

3. Корсаков В. «Сборка, монтаж изделий машиностроения» М. Машиностроение 1983 г.

4. Козловский Н., Виноградов А. «Основы стандартизации, допуска, посадки и технические измерения» М. Машиностроение 1979 г.

5. Мягков А. «Допуски и посадки» М. Машиностроение 1983 г.

6. «Подшипники шариковые и роликовые. Технические требования» ГОСТ 520–71 Москва 1975 г.

7. Ещенко В.Т. «Зерноуборочные комбайны» РТСХМ 1987 г.

8. Чернавский В.С. «Курсовое проектирование деталей машин» М. Машиностроение 1978 г.

9. Общемашиностроительные нормативы времени на слесарную обработку деталей и слесарно-сборочные работы по сборкам машин и приборов в условиях массового, крупносерийного и серийного типов производства. М. Экономика 1991 г.