



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Сельскохозяйственные машины и оборудование»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям по дисциплинам
«Технология производства НТТС», «ТКР машин для
животноводства»

«Определение типа и характера производства на этапе проектирования изделий»

Автор

Муратов Д.К.

Ростов-на-Дону, 2016



Определение типа и характера производства на этапе проектирования изделий

Аннотация

В указаниях дан расчет по определению типа производства и описан характер производства на этапе проектирования изделий.

Предназначено для студентов специальности "Наземные транспортно-технологические средства", дневного и заочного форм обучения.

Автор

к.т.н., доцент Муратов Д.К.





Определение типа и характера производства на этапе проектирования изделий

Оглавление

| | |
|---|-----------|
| Теория | 4 |
| Способы автоматической ориентации деталей | 10 |
| Приспособления для сборки | 13 |
| Список использованных источников | 16 |

Определение типа и характера производства на этапе проектирования изделий

ТЕОРИЯ

Предварительное знание основных характеристик производства позволяет:

- выбрать характер сборки: стационарный, конвейерный, поточный или другой. Это важно для своевременной перестройки производства на выпуск нового изделия;
- определить степень универсальности заказываемого оборудования, режущего и мерительного инструмента;
- подобрать рабочих по уровню квалификации и универсальности;
- спланировать расстановку оборудования по ходу техпроцесса или по группам оборудования.

Важным показателем производства является ритм R выпуска изделия:

$$R = \frac{60 \cdot \Phi}{W} (\text{мин} / \text{шт})$$

$\Phi = [D - (52 \cdot 2 + m)] \cdot T_{\text{см}} \cdot C \cdot d_p \cdot d_n$ - фонд годового рабочего времени в часах.

D – 365 дней;

52 – количество недель в году;

2 – суббота и воскресенье;

$T_{\text{см}}$ – длительность рабочего времени смены в час;

C = 1, 2, 3 смены;

m – количество праздничных дней;

d_p – коэффициент учитывающий простой оборудования из-за ремонта. Для простых устройств $d_p = 0,96...0,98$, для автоматизированного оборудования $d_p = 0,9...0,94$, для автоматических линий $d_p = 0,88...0,92$.

d_n – коэффициент учитывающий потребности на перерыв в работе $d_n = 0,93...0,99$;

W – годовой объем выпускаемых изделий: машин, С.Е. или деталей.

Объем выпуска какой-либо детали:

$$W_d = n_{\text{СЕ}} \cdot n_d \left(1 + \frac{K_1}{100}\right) \left(1 + \frac{K_2}{100}\right) \left(1 + \frac{K_3}{100}\right),$$

где $n_{\text{СЕ}}$ – количество одинаковых сборочных единиц в одном изделии;

Определение типа и характера производства на этапе проектирования изделий

n_d – количество одинаковых деталей в одной сборочной единице;

K_1 и K_2 – проценты сборочных единиц и деталей выпускаемых в качестве запчастей;

K_3 – планируемый процент брака детали.

Техническая норма времени на одну из операций по изготовлению детали зависит от времени в течение которого изменяется ее форма и внешний вид, вспомогательного времени, времени для обслуживания рабочего места, времени для личных надобностей рабочего и подготовительно-заключительного времени.

Техническую норму времени определяют расчетом, но чаще опытным путем при проведении фотографии рабочего дня или хронометража.

Фотография рабочего дня – это измерение и учет всех затрат рабочего времени в течение 1...3 смен.

Хронометраж – измерение времени рабочих приемов, всего того, что нельзя определить расчетом. Хронометраж проводится при изготовлении 10 – 20 одинаковых изделий.

При нормировании операций указывается квалификация работ. От нее зависит разряд рабочего, его зарплата и требования, которые к нему предъявляются. Чем больше знаний, опыта и самостоятельности требуется при выполнении данной работы, тем выше должен быть разряд исполнителя.

При организации хронометража или фотографии необходимо обеспечить условия:

а) работа должна выполняться рабочим соответствующей квалификации;

б) в норму времени не включать те ручные приемы, которые могут быть выполнены одновременно с работой станка;

в) применять наиболее эффективные приспособления и инструменты с установкой оптимальных режимов.

Для организации поточного производства техническая норма времени T на операцию должна быть кратна ритму. Если $R > T$ то из условия $R/T = n = 1, 2, 3...$ необходимо увеличить трудоемкость операции в n раз за счет введения в нее дополнительных технологических переходов. Если $R < T$, то из условия $T/R = m = 1, 2, 3...$ необходимо ввести m параллельных рабочих мест.

Трудоемкость изготовления изделия состоит из трудоемостей изготовления входящих в него деталей и проведения сборочных работ. На практике чаще всего одновременно изготавли-

Определение типа и характера производства на этапе проектирования изделий

ваются почти все детали для одного изделия, а их сборка осуществляется не только последовательно, но и параллельно. В результате возникает различие между трудоемкостью изготовления изделия $T_{изд}$ и его длительностью D . С учетом совмещения различных операций:

$$D \approx \frac{T_{изд}}{1...5}.$$

Тип производства определяется по коэффициенту серийности:

$$k_{сер} = \frac{R}{D} = \frac{(1...5) \cdot R}{T_{изд}}.$$

При $k_{сер} < 1...2$ – массовое производство; $2 < k_{сер} \leq 10$ – крупносерийное производство; $10 \leq k_{сер} \leq 20$ – среднесерийное производство; $20 \leq k_{сер} \leq 40$ – мелкосерийное производство; $k_{сер} > 40$ – единичное производство.

Из-за разницы в ритме некоторые детали и С.Е. одного изделия находятся в массовом производстве, другие – в серийном и т.д.

Единичное и мелкосерийное производства организуются для выпуска разнообразных изделий в малых количествах. Целесообразно применять универсальную оснастку и оборудование, нормализованный инструмент. В цехах оборудование располагается по групповому признаку: участки токарных, фрезерных и других типов станков. Сборка ведётся на стационарных станках и приспособлениях. Заняты рабочие высокой квалификации. Исходные заготовки: литьё в песчано-глинистые формы, поковки малой точности, прокат. Технологическая документация сокращённая и упрощённая. Применяется опытно-статистическое нормирование труда. Взаимозаменяемость деталей и С.Е. во многих случаях не выполняется.

Крупносерийное и массовое производство. Организуется для выпуска изделий в больших количествах с ограниченной номенклатурой (сегменты, пальцы режущего аппарата, подшипники, ремни, гидроцилиндры, цепи и т.д.). Оборудование устанавливается по ходу выполнения операций технологического процесса. Применяются автоматические станки и линии, специальная оснастка. Квалификация рабочих может быть не высокой, но настройку оборудования проводят высококвалифицированные наладчики. Используются заготовки с минимальными припусками на мехобработку. Обеспечивается взаимозаменяемость деталей и С.Е. Транспорти-

Определение типа и характера производства на этапе проектирования изделий

руют детали от одного рабочего места к другому без создания принудительного такта. Поэтому в отдельных рабочих местах возникают заделы заготовок. На конвейерах выполняется сборка, мойка, окраска и упаковка изделий. Технологическая документация и технические нормы времени тщательно просчитываются и подвергаются экспериментальной проверке.

Массовое производство обеспечивает низкую стоимость и постоянно высокое качество изделий.

Серийное производство организуется для выпуска изделий ограниченной номенклатуры периодически повторяющимися партиями среднего объема. Применительно к ООО «Ростсельмаш» это: зерноуборочный комбайн Дон 1500, 1200, Нива, кормоуборочные комбайны. Для ЗАО «Пятигорсксельмаш»: разнообразные инкубаторы и клеточные батареи для содержания кур несушек, бройлеров, молодняка. По технологическим и производственным характеристикам серийное производство занимает промежуточное положение между единичным и массовым. Технологическая документация и техническое нормирование времени подробно разрабатываются для наиболее сложных и ответственных частей машины. В остальных случаях используется упрощенная документация и опытно-статистическое нормирование трудозатрат.

Автоматизация сборки обеспечивает высокое однородное качество изделий, повышает производительность, улучшает условия труда, уменьшает производственные площади. Автоматизацию сборки сдерживают: недостаточная технологичность деталей и способов их соединения, низкая точность деталей, отсутствие типового сборочного оборудования. В условиях автоматизации выбор конструктивного варианта изделия должен быть строго обоснован; нежелательны последующие изменения принятых решений.

Большая производительность при автоматизированной сборке возможна если

$$T_1 + T_2 > T'_1 + T'_2,$$

где T_1 и T_1' – затраты труда на проектирование и изготовление оборудования для условий обычного или автоматизированного производства;

T_2 и T'_2 – затраты “живого” труда на сборку в условиях обычного или автоматизированного производств.

Можно предположить, что $T_1 < T'_1$, а $T_2 > T'_2$. Однако, при уменьшении программы выпуска в k раз затраты труда на сборку

Определение типа и характера производства на этапе проектирования изделий

изменяться и составят T_2/k и T'_2/k и приведенные ранее условие может измениться:

$$T_1 + T_2/k < T'_1 + T'_2/k$$

Причиной такого изменения является тот факт, что расходы на более сложное оборудование не компенсируются снижением расходов на "живой" труд. Поэтому автоматизация сборочных работ эффективна при большой программе выпуска и соответствия конструкции деталей условиям их ориентации при сборке. При усложнении конструкций деталей переходят к частичной автоматизации.

Для автоматической сборки надо иметь:

- бункерно-ориентирующее устройство для деталей;
- накопители для уже сориентированных деталей;
- отсекатели – для поштучной выдачи деталей на сборку;
- питатели – направители, которые обеспечивают точное взаимное расположение собираемых деталей;
- контрольно-блокирующие устройства;
- устройства для получения соединений: прессовые, клепаные, резьбовые и т.п.;
- устройства, выполняющие специальные функции: обдувку, смазку и т.п.;
- контролирующие устройства (проверка герметичности, перпендикулярность плоскостей и т.д.);
- механизмы для удаления собранного изделия в тару или на транспортер.

Процесс автоматической сборки с помощью роботов состоит из следующих действий: распознавание детали и определение ее положения, перемещения манипулятора к детали по целесообразной траектории, выбор поверхности детали для захвата, захват детали и ее перемещение к месту сборки, совместная ориентация собираемых деталей, закрепление деталей с необходимым усилием.

Ритм сборки при безотказности всех вышеуказанных систем и отсутствии брака среди деталей, подаваемых на сборку.

$$R = \Phi / N \text{ мин/изд.}$$

Φ – фонд рабочего времени, N – программа выпуска.

Вероятность безотказности всех систем при их последовательном соединении

Определение типа и характера производства на этапе проектирования изделий

$$P = P_1, P_2 \dots P_K = \prod_{i=1}^k P_i < 1, \text{ где } P_i - \text{вероятность безотказной}$$

работы i -ого устройства.

Из-за отказов Φ уменьшается и тогда мы вынуждены уменьшить R чтобы сохранить N .

$$R' = \frac{\Phi P}{N} = RP_{\text{мин}} / \text{изд.}$$

$$\text{или уменьшить } N \text{ при неизменном ритме } N' = \frac{\Phi P}{R}.$$

Для обеспечения высокого ритма сборочные устройства должны быть высоконадежными, а их число ограниченным.

Если отказы возникают из-за низкого качества деталей или их неудовлетворительной ориентации, то необходимо устройство для сброса бракованных изделий в тару без остановки автоматической линии, т.е. нужны контрольно-блокирующие устройства. В этом случае, чтобы получить N годных изделий, нужно пропустить через автоматическую линию (т.е. собрать).

$$N_{\text{ОБЩ}} = (N + N_{\text{БР}}) \text{ изделий,}$$

где $N_{\text{БР}} = P'(N + N_{\text{БР}})$ - число недособранных изделий из-за бракованных деталей.

$$P' = \sum_{i=1}^n P_i' - \prod_{i=1}^n P_i' - \text{вероятность появления бракованных}$$

деталей в бункере;

P_i' - вероятность одного из видов брака среди деталей в бункере;

n - число разнообразных видов брака.

Расчет усложняется, если в одном изделии число одинаковых деталей $k > 1$. После преобразования:

$$N_{\text{БР}} = P' N + P' N_{\text{БР}} \text{ откуда } N_{\text{БР}} = N \frac{P'}{1 - P'}.$$

Общее число собираемых изделий:

$$N_{\text{ОБЩ}} = N \left(1 + \frac{P'}{1 - P'} \right) = \frac{N}{1 - P'},$$

Определение типа и характера производства на этапе проектирования изделий

т.к. $N_{обц} > N$, то ритм сборки должен быть уменьшен. Чтобы сохранить заданную программу выпуска, новый фактический ритм:

$$R_{\Phi} = R'(1 - P') = RP(1 - P') = \frac{\Phi}{N} P(1 - P').$$

Способы автоматической ориентации деталей

Первоначально детали загружают в бункер навалом, но на рабочую позицию они должны быть поданы в ориентированном положении. Бункер оканчивается ориентирующим устройством. Ориентация деталей зависит от их конфигурации и может быть пассивной или активной.

Пассивная ориентация осуществляется путем удаления с лотка деталей, принимающих неправильное положение. Эти детали возвращаются в чашу бункера. Для разделения используются разные принципы.

Сквозь профильные вырезы днища лотка проваливаются детали, у которых расположение совпадает с характером выреза (рис. 1 а).

Сбрасываются детали с высоким расположением центра масс (рис. 1 б).

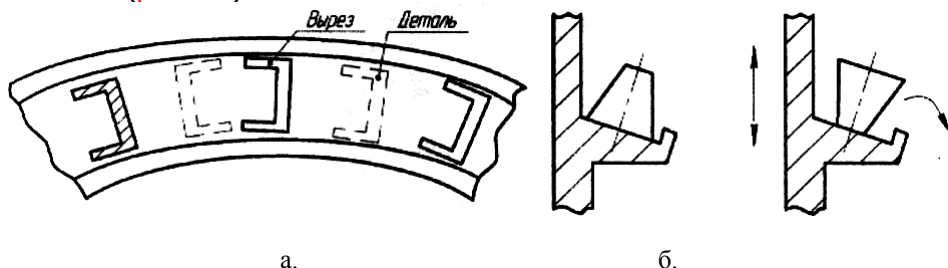


Рис. 1 Схемы пассивной ориентации деталей.

Производительность повышается при увеличении амплитуды колебаний до определённого предела.

При Z вариантов возможной и равновероятной ориентации деталей в бункере на конце конвейера с пассивной ориентации оказываются $1/2$ от общего количества деталей поступивших на начало (рис. 2).

Определение типа и характера производства на этапе проектирования изделий

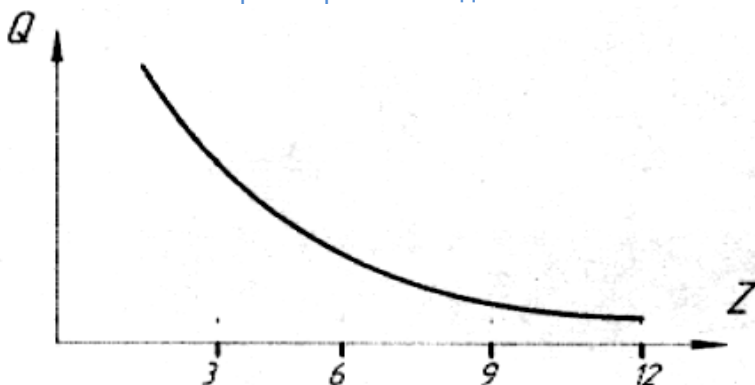


Рис. 2 Зависимость производительности Q ориентирующего устройства от числа Z положений деталей.

Активная ориентация может быть выполнена разнообразными способами:

а) применение изогнутого лотка, в котором детали ориентируются за счет гравитационных сил (рис. 3);

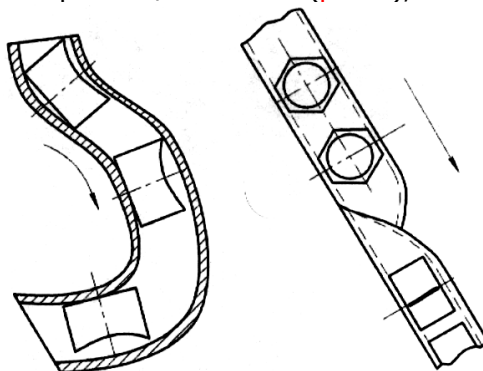


Рис. 3 Использование изогнутого лотка.

б) принудительное изменение положения деталей на лотке обеспечивается применением прорезей (рис. 4 а), окон со смещенным ц.м. (рис. 4 б), струи сжатого воздуха для переворачивания деталей неправильно стоящих на лотке (рис. 4 в), использование фотоэлектрических датчиков;

Определение типа и характера производства на этапе проектирования изделий

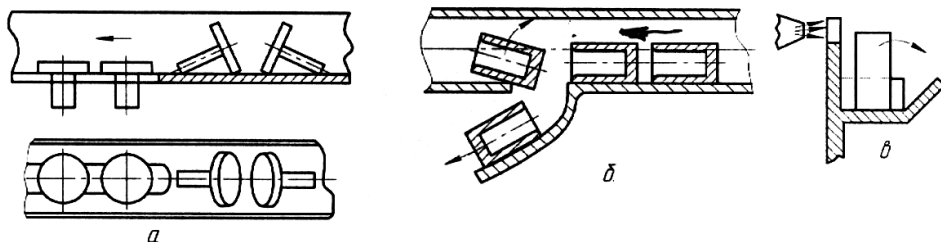
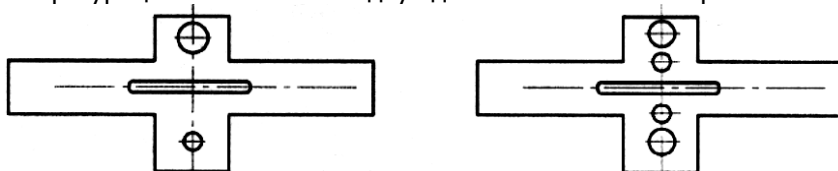


Рис. 4 Использование принудительных факторов.

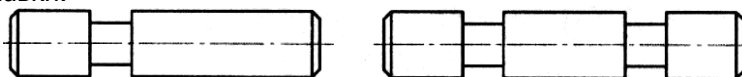
Активные средства ориентации более производительны, т.к. отсутствует сброс деталей снова в бункер, однако у них чаще возникают отказы, поэтому для них главный показатель надежности исправной работы.

Надежность и производительность ориентирующих устройств зависит от симметричности детали, наличием осей вращения. Способы повышения технологичности деталей в направлении их приспособленности к ориентации.

а) Создание двух плоскостей симметрии за счет изменения конфигурации и выполнения двух дополнительных отверстий.



б) Усиление симметрии за счет проточки дополнительной канавки.



в) Ослабление симметрии (рис. 5). Сброс в чашу бункера деталей, у которых центр масс расположен не посередине за счет выточки.

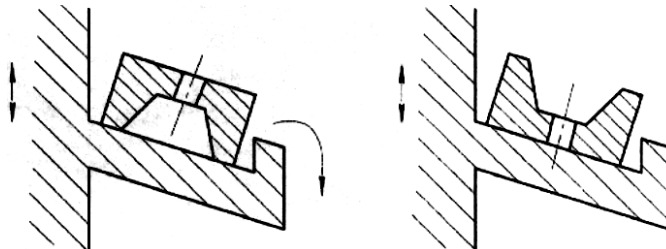


Рис. 5 Метод ослабления симметрии деталей.

Определение типа и характера производства на этапе проектирования изделий

г) Большие трудности возникают при перемещении пружин, шайб с зазорами. Они сцепляются в виде многозвенных цепочек (рис. 6).

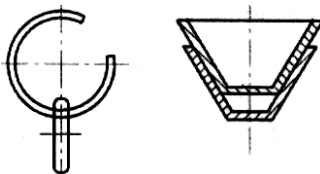


Рис. 6

Детали должны перемещаться по простым прямолинейным траекториям в вертикальном направлении под действием сил тяги. Это упрощает конструкцию подающего механизма автомата.

Бункерно-ориентирующие устройства не применяют для деталей сложной формы, хрупких, имеющих точно и чисто обработанные поверхности. Для них используют магазины или кассеты, в которые поштучно вручную закладывают детали.

Сориентированные детали должны поштучно поступать на сборку. Это обеспечивают отсекатели (рис. 7).

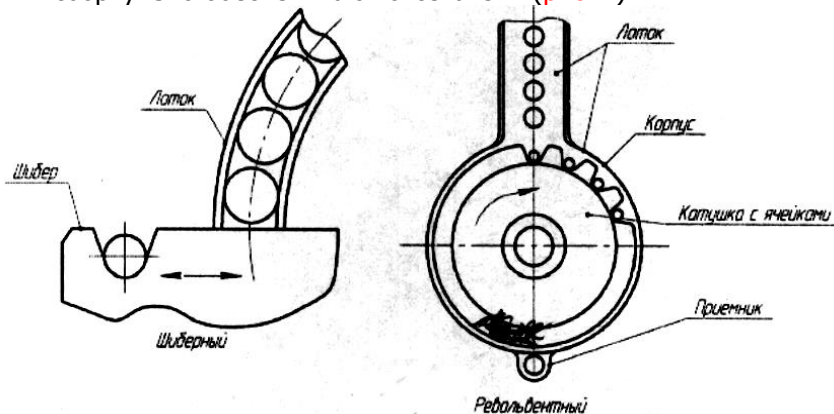


Рис. 7 Схемы отсекателей.

Приспособления для сборки

По степени сложности выполнения автоматической сборки все виды соединения деталей можно разделить на группы.

I - соединение по цилиндрическим поверхностям с зазором, наиболее просто. К этим видам соединений относятся: надевание втулок, колец, шайб на стержни или установка втулок, осей в

Определение типа и характера производства на этапе проектирования изделий

отверстия, корпусных деталей. При этом базовая деталь занимает неподвижное положение в сборочном приспособлении; а другая направляемая специальным устройством устанавливается в ней.

II - соединение прессованием или сваркой, намного сложнее.

III - соединение двух деталей третьей: заклепки, шпонки, разрезные стопорные кольца.

IV - соединение деталей винтами, легче если резьбообразующими (саморезы).

V - Болтовые соединения наиболее сложны, т.к. нужны отдельные бункеры для болтов, гаек, шайб, а также соответствующие ориентирующие устройства. Кроме того, нужно поддерживать болт от выпадения и проворачивания.

В процессе сборки возникают различные дефекты:

- зазоры между подвижными деталями отсутствуют или наоборот превышают допустимые значения;

- неправильная посадка сопрягаемых деталей, в результате возникают перекосы, биение, несоосность и т.д.;

- упругие и пластические деформации базовой детали возникают при закреплении к ней других деталей или в процессе сварки;

- неуравновешенность, вибрации.

Эти дефекты являются причиной двух видов брака.

Окончательный брак нельзя устранять в собранном изделии без его демонтажа. Например, сломалась шпилька при ввёртывании в резьбу, появилась трещина в ступице детали насаживаемой на вал и т.д.

Исправимый брак можно устранить на месте сборщика.

Задача контрольных служб – предупредить дефекты, в крайнем случае, направить изделие на демонтаж и повторную сборку.

Для предупреждения дефектов контрольные службы должны осуществлять входной контроль изделий поступающих с других цехов и заводов, следить за состоянием оснастки, рабочего и мерительного инструмента, за отсутствием стружки и грязи на рабочем месте и т.д.

Контроль собранных изделий может быть сплошным или выборочным (10, 15, 30, 50%) в зависимости от вероятности появления брака. Например:

- комплектность сборки проверяют у 5% изделий внешним осмотром;

Определение типа и характера производства на этапе проектирования изделий

- правильность подбора клиновых шпонок у 50% соединений проверяют калибром и визуально;
- зазор между кожухом и лопастями крылача у 100% вентиляторов методом опробования;
- осевое перемещение вала вентилятора в подшипниках у 50% изделий, ручным опробованием;
- усилие затяжки гаек проверяют тарировочным ключом в 5%...100% изделий в зависимости от их ответственности.

Все эти контрольные операции осуществляет слесарь-сборщик и контролёр.

Если окружная скорость вращающихся деталей (роторов) превышает $V=5$ м/с, их подвергают статической балансировке, если $V>15...20$ м/с - проводят динамическую балансировку. Стенд для динамической балансировки имеет электропривод, упругие опоры для ротора и электронное оборудование. В опоры вмонтированы электромагнитные датчики, которые преобразуют виброколебания передаваемые вращающимся ротором в электрические сигналы. При установившемся режиме вращения ротора электромагниты освобождают опоры и их датчики начинают регистрировать возникающие колебания по величине и времени возмущения и посылают соответствующие импульсы в преобразователь. Обработанные импульсы поступают на стрелочный прибор, который показывает необходимую величину балансировочных грузов и место их закрепления на детали.

Собранные изделия подвергают выборочному контролю на контрольно-испытательных станциях в несколько этапов.

Сборка 1 машины 1 раз в месяц из деталей и сборочных единиц, взятых в разное время с рабочих мест или промежуточных складов. Это проверка взаимозаменяемости.

Полная разборка машины готовой к отправке. Тщательная проверка шероховатости поверхностей и размеров основных деталей, их соответствия чертежу и техническим условиям.

Испытание на износ натуральных моделей на стендах.

Испытание на прочность отдельных деталей и сборочных единиц. Используют пресса, приборы для определения твёрдости и остаточных деформаций.

Проверка регулировок рабочих органов и механизмов по скорости и взаимному расположению. Эта проверка предшествует заводским испытаниям.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Технологичность конструкций изделий: Справочник / Под ред. Ю.Д. Амирова. М.: Машиностроение, 1990.
2. Шпур Г., Краузе Ф. Автоматизированное проектирование в машиностроении: Пер. с нем. / Под ред. Ю.М. Соломенцева, В.П. Диденко. – М.: Машиностроение, 1988.
3. Иванцов В.И. Методические указания по расчету количественных показателей технологичности изделий с.-х. машиностроения. Ростов н/Д: Изд. центр ДГТУ, 2007.