



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный
технический университет**

Кафедра «Технология машиностроения»

**М.М. Кане
П.В. Веремей**

**ПОСТРОЕНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
СХЕМЫ СБОРКИ**

Пособие

**Минск
БНТУ
2018**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Технология машиностроения»

М.М. Кане
П.В. Веремей

ПОСТРОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ СБОРКИ

Пособие

по дисциплине «Технология машиностроения»
для студентов специальностей 1-36 01 01
«Технология машиностроения»
и 1-36 01 03 «Технологическое оборудование
машиностроительных производств»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области машиностроительного оборудования и технологий*

Минск
БНТУ
2018

УДК 621.713(076.5)(075.8)

ББК 34.68я7

К19

Р е ц е н з е н т ы :

доктор технических наук, профессор кафедры «Технология металлов»
Белорусского аграрного технического университета *Л.М. Акулович*;
кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой «Материаловедение и технология металлов»
Белорусского государственного технологического университета *Д.В. Куис*

Кане, М. М.

К19 Построение технологической схемы сборки : пособие по дисциплине «Технология машиностроения» для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения» и 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительных производств» / М.М. Кане, П.В. Веремей. – Минск : БНТУ, 2018. – 51 с.
ISBN 978-985-550-780-3.

В пособии рассмотрены методики для расчета такта сборки, определения типа и организационной формы производства, выбора точности посадок основных соединений, анализа технологичности конструкции, обоснования последовательности сборки и построения технологической схемы сборки изделия; приведены варианты заданий.

Пособие предназначено для студентов вузов и учащихся колледжей машиностроительных специальностей.

УДК 621.713(076.5)(075.8)

ББК 34.68я7

ISBN 978-985-550-780-3

© Кане М.М., Веремей П.В., 2018

© Белорусский национальный
технический университет, 2018

Цель работы: освоение методики построения технологической схемы сборки, разработки последовательности технологического процесса сборки.

Работа рассчитана на 4 академических часа.

1. Основные положения построения технологической схемы сборки

Технологический процесс сборки – это совокупность операций по соединению деталей в определенной технически и экономически целесообразной последовательности для получения сборочных единиц (узлов) и изделий, соответствующих предъявляемым к ним требованиям.

Различают процессы узловой и общей сборки. *Объектом узловой сборки является сборочная единица* – самостоятельная часть машины или устройства, которая выполняет определенную функцию в машине и может транспортироваться либо для установки в машину, либо для реализации потребителям. Примерами сборочных единиц дизельного двигателя являются фильтр масляный, двигатель пусковой, фильтр топливный и др.

Машина как изделие разбирается на *сборочные единицы 1-го порядка* и отдельные детали. Сборочные единицы 1-го порядка разбираются на *сборочные единицы 2-го порядка* и отдельные детали. Сборочные единицы наибольшего ($n - 1$)-го порядка разбираются только на детали. *Деталь* изготовлена из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций. *Объектом общей сборки является машина в целом. Сборочная операция* – это часть технологического процесса сборки по соединению деталей, выполняемая на одном рабочем месте одним рабочим или бригадой. Сборочная операция состоит из *переходов* (часть операции по получению одного вида соединения одним инструментом) и *позиций* или *установов* (часть операции, выполняемая при неизменном положении объекта сборки).

Процесс сборки имеет важное значение для обеспечения качества машины и эффективности производства, так как он завершает процесс изготовления машины. В то же время с разработки технологического процесса сборки обычно начинают технологическую подготовку производства, так как при формировании процесса сборки уточняют требования к конструкции изделия, точности его элементов, технические условия, предъявляемые к их взаимодействию.

К *исходным данным* для проектирования технологических процессов сборки относят сборочный чертеж изделия (сборочной единицы), технические условия его (ее) приемки, программу и период выпуска изделия.

К *основным этапам разработки технологических процессов сборки* относят:

- 1) анализ исходных данных;
- 2) расчет такта сборки, определение типа производства и организационной формы сборки;
- 3) отработка конструкции изделия с точки зрения ее сборочной технологичности;
- 4) проведение размерного анализа конструкции изделия, выбор баз и рациональных методов сборки;
- 5) разработка технологической схемы и маршрута сборки;
- 6) формирование технологических операций;
- 7) нормирование технологического процесса сборки;
- 8) оценка экономической эффективности вариантов технологического процесса сборки.

При выполнении данной практической работы студенты должны изучить методики выполнения 1–3-го и 5-го этапов разработки технологических процессов сборки.

При *анализе исходных данных* оценивается их полнота; изучается конструкция изделия, требования к его сборке; выявляются сопряжения, предъявляющие определенные требования к точности и качеству поверхности составляющих деталей; выделяются и классифицируются по методам выполнения по-

движные и неподвижные соединения деталей. Результаты этого анализа могут быть сведены в таблицу по образцу табл. 1.

Таблица 1

**Результаты анализа исходных данных
для разработки процесса сборки**

| Характеристики конструкции изделия | Количественные данные |
|---|--|
| 1 | 2 |
| Число сборочных единиц 1-го порядка | |
| Число сборочных единиц 2-го порядка | |
| Число сборочных единиц 3-го порядка | |
| Число отдельных деталей | |
| Технические условия, требующие проведения размерного анализа | Например: 1. зазор 0,2 мм между деталями 10 и 11; 2. параллельность 0,1 мм осей деталей 15 и 16 |
| Сопряжения деталей, предъявляющие требования к их точности и качеству поверхности* | Например: 1. посадка $\frac{H8}{h8}$ при соединении деталей 3 и 4 с гарантированным зазором; 2. посадка $\frac{H7}{g8}$ при соединении деталей 5 и 7 с гарантированным минимальным зазором |
| Число подвижных соединений, в том числе реализуемых с помощью: посадок с зазором; винтовых соединений; шлицевых соединений | |

| 1 | 2 |
|---|---|
| Число неподвижных соединений, в том числе реализуемых с помощью: посадки с натягом; сварки; шпоночных соединений; резьбовых соединений | |
| <i>Примечание*</i> . Если на чертеже сборочной единицы отсутствует информация о точности посадок, она может быть выбрана с помощью приложения 1 с учетом условий работы деталей и конструкции узла (изделия). | |

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций $K_{з.о}$, который равен числу операций, выполняемых в данном технологическом процессе в течение месяца или года на одном рабочем месте (ГОСТ 14.004–83).

$$K_{з.о} = O/P,$$

где O – число различных операций, выполняемых в рассматриваемый период времени в данном технологическом процессе;

P – число рабочих мест в данном технологическом процессе.

Согласно ГОСТ 3.1121–84 $K_{з.о} = 1$ – при массовом производстве; $1 \leq K_{з.о} < 10$ – при крупносерийном производстве; $10 < K_{з.о} < 20$ – при среднесерийном производстве; $20 < K_{з.о} < 40$ – при мелкосерийном производстве; при единичном производстве $K_{з.о} > 40$.

Для расчета $K_{з.о}$ необходимо знать годовую программу выпуска и нормы времени ($T_{шт.i}$) выполнения каждой операции [2]. При отсутствии данных о $T_{шт.i}$ тип производства можно ориентировочно определить с помощью рекомендаций, приведенных в табл. 2.

Тип производства в зависимости от размеров (веса) характерных деталей и их годового выпуска

| Тип производства | Годовой выпуск деталей одного наименования | | |
|------------------|---|---|--|
| | Крупные изделия тяжелого машиностроения, вес характерных деталей > 100 кг | Изделия средних размеров, вес характерных деталей 10–100 кг | Мелкие изделия, вес характерных деталей до 10 кг |
| Единичное | < 5 | < 10 | < 100 |
| Мелкосерийное | 5–100 | 10–200 | 100–500 |
| Среднесерийное | 100–300 | 200–500 | 500–5000 |
| Крупносерийное | 300–1000 | 500–5000 | 5000–50000 |
| Массовое | > 1000 | > 5000 | > 50000 |

Годовой объем выпуска узлов N_y определяют по формуле

$$N_y = N_n m_y,$$

где N_n – годовой выпуск машин;

m_y – число узлов данного наименования в машине.

На этапе проектирования технологического процесса сборки, когда неизвестны содержание операций и нормы времени $T_{шт.i}$, форму организации производства определяют в зависимости от принятого типа производства. Для единичного, мелко-, средне- и крупносерийного производства принимают групповую форму, когда на каждом рабочем месте в течение года производят сборку различных изделий.

Для массового производства принимают поточную форму, когда на каждом рабочем месте выполняют одну операцию по сборке одного наименования изделия. При этом при группо-

вой форме организации производства используют многономенклатурную поточную линию, при поточной форме – однономенклатурную поточную линию.

На поточной сборочной линии длительность каждой операции должна быть меньше, а иногда кратной такту сборки.

Действительный такт сборки определяют по формуле

$$t_d = 60F_d / N_y,$$

где F_d – действительный годовой фонд времени работы сборочного оборудования.

Для условий Республики Беларусь при 40-часовой рабочей неделе и двухсменном режиме работы $F_d = 3\,813$ часов.

Анализ технологичности конструкции изделия, сборочной единицы (узла) проводят с учетом выбранных типа и организационной формы производства. Оценка технологичности конструкции изделия и его элементов по ГОСТ 14.201–83 может быть качественной и количественной. Качественная оценка позволяет оценить, насколько конструкция отвечает требованиям, выработанным с учетом современного опыта сборочного производства. Соблюдение этих требований создает предпосылки для организации производительного и экономичного сборочного производства. Основными требованиями при качественной оценке технологичности конструкции изделия или сборочной единицы при сборке являются:

- минимальное число деталей и составных частей;
- удобство сборки и разборки;
- возможность расчленения конструкции с учетом принципа агрегатирования на рациональное число составных частей, сборку которых можно проводить независимо друг от друга;
- соблюдение принципа взаимозаменяемости;
- полное устранение или сокращение до минимума пригоночных работ, разборки и повторной сборки, механической обработки в процессе сборки;

- совмещение конструкторских, сборочных, установочных и измерительных баз;
- обеспечение удобного доступа к местам контроля и регулировки;
- возможность механизации и автоматизации сборочных работ;
- использование стандартных, нормализованных и унифицированных сборочных единиц и деталей;
- рациональное размещение такелажных устройств и легкость захвата их грузоподъемными средствами;
- удобство замены быстроизнашиваемых деталей;
- возможность сборки без сложных приспособлений;
- наличие базовой детали, на которой размещено значительное число деталей узла и с которой начинают процесс его сборки;
- наличие направляющих (фаски) и центрирующих (пояски, выточки и др.) элементов у сопрягаемых деталей.

Качественная оценка технологичности конструкции должна содержать перечень достоинств и недостатков конструкции узла с точки зрения перечисленных требований и заканчиваться выводом о технологичности, недостаточной технологичности или нетехнологичности конструкции по качественным критериям. Можно предложить изменения конструкции узла для улучшения ее технологичности.

Существует много критериев количественной оценки технологичности конструкции изделий и сборочных единиц. Однако в условиях отсутствия базовых значений этих критериев, данных о трудоемкости и себестоимости сборочного процесса, функциональных параметрах изделия (мощность, производительность, вес и др.) можно ограничиться расчетом следующих количественных критериев технологичности изделия или сборочной единицы.

1. Коэффициент сборности конструкции

$$K_{сб} = \frac{E}{E + D},$$

где E – число сборочных единиц в изделии;

D – число деталей изделия, не вошедших в сборочные единицы.

Для технологичной по данному показателю конструкции $0,1 \leq K_{сб} \leq 0,25$.

2. Коэффициент стандартизации изделия

$$K_{ст} = \frac{E_{ст} + D_{ст}}{E + D},$$

где $E_{ст}$, $D_{ст}$ – число стандартных сборочных единиц и стандартных деталей в изделии, не вошедших в стандартные сборочные единицы.

Граничные значения $0,2 \leq K_{ст} \leq 0,4$.

3. Коэффициент стандартизации сборочных единиц

$$K_{ст.сб} = \frac{E_{ст}}{E},$$

Граничные значения $0,2 \leq K_{ст.сб} \leq 0,4$.

4. Коэффициент стандартизации деталей

$$K_{ст.д} = D_{ст}/D.$$

Граничные значения $0,2 \leq K_{ст.д} \leq 0,4$.

Технологическая схема сборки – графическое изображение последовательности сборки изделия или сборочной единицы (рис. 1).

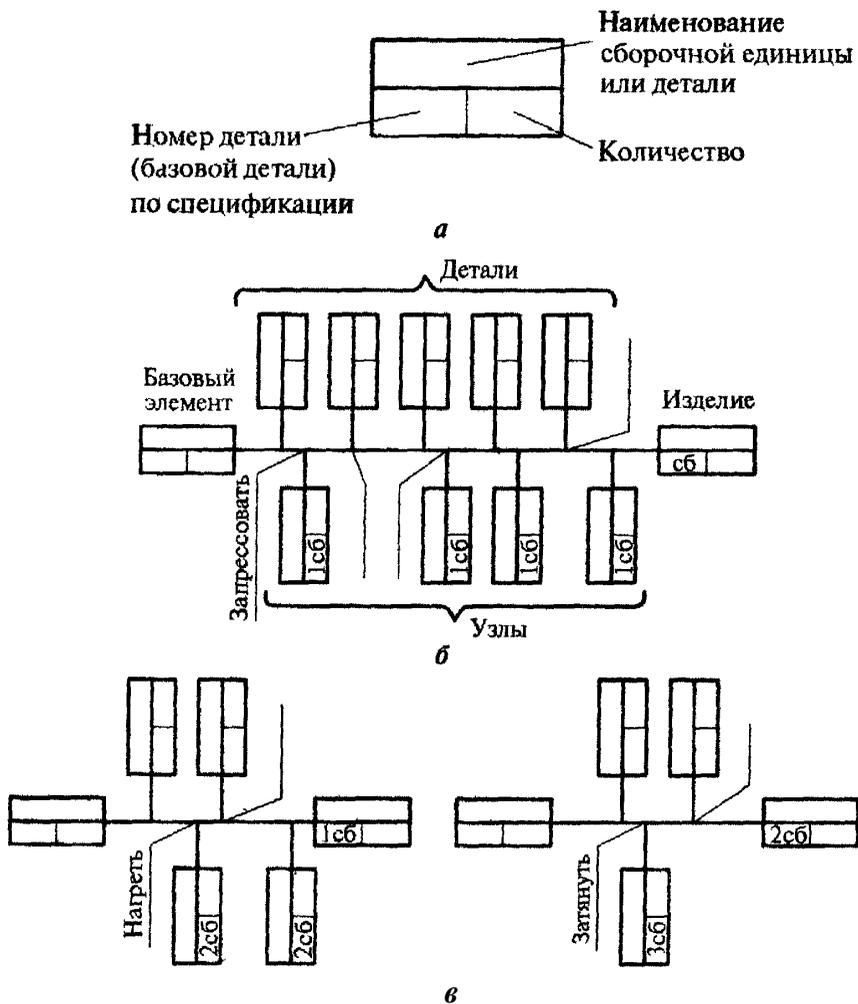


Рис. 1. Технологические схемы сборки:
а – изображение детали (сборочной единицы);
б – общая сборка; *в* – узловая сборка

Технологическая схема сборки содержит информацию о комплектующих изделиях или узлах (базовом элементе, сборочных единицах и деталях), последовательности их сборки, а также

о методе сборки. Базовый элемент и готовое изделие (узел) связывает линия комплектования.

Сборочные единицы и отдельные детали, поступающие на сборку, могут располагаться по разные стороны этой линии (рис. 1, б). Иногда это правило не соблюдается для получения компактной и ясной схемы (рис. 3).

Последовательность соединения деталей и узлов машины не может быть произвольной. Для простых узлов чаще всего возможна лишь одна последовательность сборки. Для сложных узлов и машин возможны различные варианты последовательности сборки.

При определении последовательности сборки анализируют и размерные цепи изделия. Если в изделии существуют несколько размерных цепей, то сборку начинают с наиболее сложной и ответственной цепи. В каждой размерной цепи сборку завершают установкой элементов, образующих замыкающее звено. При наличии размерных цепей с общими звеньями сборку начинают с элементов цепи, в наибольшей степени влияющей на точность изделия. Если цепи равноценны по точности полученных результатов, то сборку начинают с более сложной цепи.

Схема сборки отражает последовательность (порядок) присоединения деталей. Однако на схеме часто затруднительно точно отразить истинное место установки той или иной детали.

2. Методические указания

В качестве задания на выполнение работы 1–2 студентам выдается чертеж изделия (сборочной единицы), спецификация входящих в него сборочных единиц и деталей, технические требования к изделию (сборочной единице), годовая программа выпуска, режим работы.

Пример

1) Анализ конструкции и технических требований к сборочному узлу.

На рис. 2 в качестве примера приведен сборочный чертеж масляного насоса, а в табл. 3 – его спецификация.

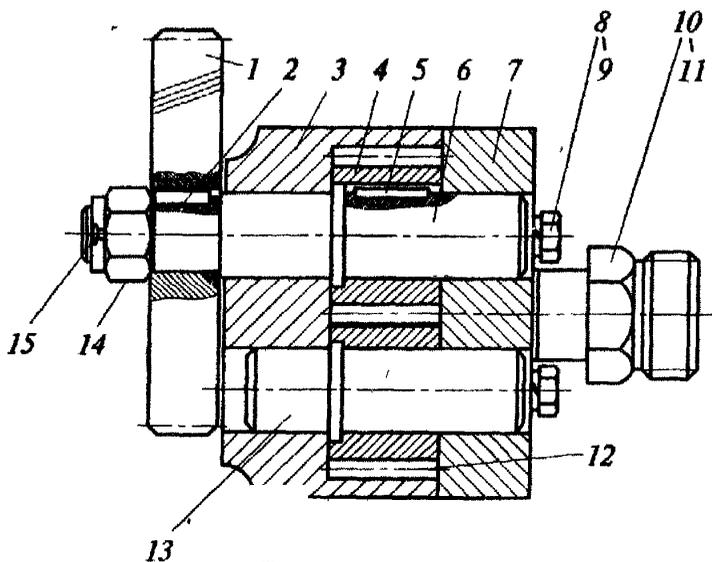


Рис. 2. Масляный насос:

- 1 – приводная шестерня; 2 – шпонка; 3 – корпус; 4 – ведущая шестерня;
5 – шпонка; 6 – ведущий вал; 7 – крышка; 8 – шайба; 9 – болт;
10 – прокладка; 11 – штуцер; 12 – ведомая шестерня;
13 – ведомый вал; 14 – гайка; 15 – шплинт

К собранному масляному насосу предъявляют следующие технические требования.

1. Допуск параллельности осей валиков 6 и 13 не более 0,02 мм на всей их длине.
2. Шестерни 4 и 12 собранного насоса должны свободно проворачиваться от руки без заедания.

3. Шпонки 2 и 5 запрессовать в валик 6.
 4. Болты 9 и гайку 14 затянуть моментом 15^{+5} Н·м ($1,5^{+0,5}$ кгс·м).

Таблица 3

Спецификация масляного насоса

| № п/п | Наименование | Количество |
|---|--------------------------------------|------------|
| | <i>Документация</i> | |
| 1 | Сборочный чертеж | |
| 2 | Технические требования | |
| | <i>Сборочные единицы*</i> | |
| 1 | Валик 6 в сборе со шпонкой 5 (1 сбв) | 1 |
| 2 | Валик 1 сбв в сборе с шестерней 4 | 1 |
| 3 | Валик 13 в сборе с шестерней 12 | 1 |
| | <i>Детали специальные</i> | |
| 1 | Приводная шестерня | 1 |
| 3 | Корпус | 1 |
| 4 | Ведущая шестерня | 1 |
| 6 | Ведущий валик | 1 |
| 7 | Крышка | 1 |
| 10 | Прокладка | 1 |
| 11 | Штуцер | 1 |
| 12 | Ведомая шестерня | 1 |
| 13 | Ведомый валик | 1 |
| | <i>Детали стандартные</i> | |
| 2 | Шпонка 8 × 7 × 20 ГОСТ 23360–78 | 1 |
| 5 | Шпонка 12 × 8 × 25 ГОСТ 23360–78 | 1 |
| 8 | Шайба 12 65г ГОСТ 6402–70 | 4 |
| 9 | Болт М12 × 80.6д ГОСТ 7805–70 | 4 |
| 14 | Гайка М24 ГОСТ 5927–70 | 1 |
| 15 | Шплинт 5 × 40 ГОСТ 397–79 | 1 |
| * Если в спецификации отсутствуют сборочные единицы, студент должен их скомпоновать самостоятельно при разработке технологической схемы сборки. | | |

Исходные данные.

1. Вес характерных деталей до 4,0 кг.
2. Годовая программа выпуска – 10 000 штук в год.
3. Режим работы – двухсменный при 40-часовой рабочей неделе.

Анализ сборочного чертежа позволяет сделать следующие выводы.

1. Базовой деталью является корпус 3.
2. Основными элементами являются шестерни 4 и 12. От их соединений с валиками 6 и 13 и последующей установки в корпус должен начинаться сборочный процесс.

Анализ технических требований позволяет сделать следующие выводы.

1. После установки валиков 6 и 13 в корпус 6 необходимо проверить требование 1.

2. Требование 4 предполагает использование тарировочного ключа для затяжки болтов 9, но данный момент может быть обеспечен и при ручной затяжке гаечным ключом.

3. Установку шпонок 5 и 2 желательно производить с помощью ручного пресса, но можно использовать молоток и направляющую проставку.

4. После сборки насоса необходимо проверить требование 2.

Требование 3 следует учесть при разработке технологической схемы сборки, остальные требования – при проектировании технологического процесса сборки.

Результаты анализа сборочного чертежа и технических требований приведены в табл. 4.

Таблица 4

**Результаты анализа исходных данных
для разработки процесса сборки масляного насоса**

| <i>Характеристики конструкции изделия</i> | <i>Количественные данные</i> |
|--|--|
| Число сборочных единиц 1-го порядка | 1 – масляный насос |
| Число сборочных единиц 2-го порядка | 1 – вал 6 в сборе со шпонкой 5 и шестерней 4 |
| Число сборочных единиц 3-го порядка | 2 – вал 6 в сборе со шпонкой 5 и вал 13 в сборе с шестерней 12 |
| Технические условия, требующие проведения размерного анализа | 1. Допуск параллельности осей валиков 6 и 13 не более 0,02 мм на всей длине |
| Сопряжения деталей, предъявляющие требования к их точности и качеству поверхности | 1. Посадка $\frac{H7}{f7}$ при соединении деталей 1 и 6, 3 и 6, 4 и 6, 7 и 6, 12 и 13 с гарантированным зазором. 2. Посадка $\frac{H8}{u8}$ при соединении деталей 3 и 13, 2 и 6, 5 и 6 с гарантированным натягом |
| Число подвижных соединений, в том числе реализуемых с помощью посадок с зазором | 5 – детали 1 и 6, 3 и 6, 4 и 6, 7 и 6, 12 и 13 |
| Число неподвижных соединений, реализуемых с помощью: посадки с натягом; резьбовых соединений; шплинтового соединения | 3 – детали 13 и 3; 2 и 6; 5 и 6 6 – детали 13, 14; детали 7, 3, 8, 9 (4 соединения); детали 7, 10, 11; 1 – детали – 14, 6, 15 |

2) Расчет такта сборки, определение типа производства.

Действительный такт сборки

$$t_{\text{д}} = \frac{60F_{\text{д}}}{N_{\text{г}}} = \frac{3813 \cdot 60}{10\,000} = 22,9 \text{ мин.}$$

По табл. 2 с учетом $N = 10\,000$ шт., веса характерных деталей до 10 кг принимаем тип производства – крупносерийное.

Для такого типа производства характерна групповая форма организации производства в виде многономенклатурной поточной линии.

3) Анализ технологичности конструкции сборочной единицы.

Качественный анализ

В качестве достоинств конструкции с учетом требований, приведенных выше в п. 1, можно отметить:

- минимальное число деталей (15) и составных частей (3), участвующих в общей сборке;
- удобство сборки и разборки;
- соблюдение принципа взаимозаменяемости;
- отсутствие необходимости в пригоночных работах, переборки и механической обработки в процессе сборки;
- удобный доступ к местам контроля и регулировки при контроле параллельности осей валиков 6 и 13 и введения зубьев шестерен 4 и 12 в зацепление;
- возможность механизации сборочных работ при сборке прессовых соединений валика 6 со шпонками 2 и 5, резьбовых соединений гайки 14 с валиком 6, болтов 9 с шайбами 8 с крышкой 7 и корпусом 3;
- использование стандартных посадок и резьбовых соединений;
- отсутствие необходимости в грузоподъемных средствах;
- возможность сборки без сложных приспособлений;
- наличие базовой детали для сборки (корпус 3);

– наличие направляющих (фаски) и фиксирующих (упорные пояски) у валиков 6 и 13 при их установке в корпус и установке крышки 7 на эти валики.

К недостаткам конструкции можно отнести:

– большая часть деталей (15 из 20) устанавливается при общей сборке масляного насоса;

– несовмещение сборочных (шейки валиков 6 и 12) и конструкторских (их оси) баз, что предъявляет повышенные требования к точности размеров и расположения отверстий в корпусе 3 и крышке 7;

– применение шплинтового соединения для фиксации гайки 14, что исключает механизацию ее установки и фиксации;

С учетом сказанного конструкция масляного насоса является недостаточно технологичной по качественным показателям.

Количественный анализ

Критериями количественного анализа технологичности конструкции сборочной единицы являются:

а) коэффициент сборности конструкции

$$K_{сб} = \frac{E}{E + D} = \frac{3}{3 + 15} = 0,17,$$

поскольку $K_{сб} > 0,1$, конструкция масляного насоса по данному показателю является технологичной;

б) коэффициент стандартизации изделия

$$K_{ст} = \frac{E_{ст} + D_{ст}}{E + D} = \frac{0 + 10}{3 + 15} = 0,56,$$

так как $K_{ст} > 0,4$, конструкция масляного насоса по этому показателю является нетехнологичной;

в) коэффициент стандартизации сборочных единиц

$$K_{ст.сб} = \frac{E_{сб}}{E} = \frac{0}{3} = 0,$$

так как $K_{ст.сб} < 0,2$, конструкция масляного насоса по этому показателю является нетехнологичной;

г) коэффициент стандартизации деталей

$$K_{ст.д} = \frac{D_{ст}}{D} = \frac{10}{15} = 0,7,$$

так как если $K_{ст.д} > 0,4$, то конструкция масляного насоса по этому показателю нетехнологична.

Таким образом, по рассмотренным количественным показателям конструкция масляного насоса нетехнологична. С учетом качественной и количественной оценок конструкцию масляного насоса можно признать недостаточно *технологичной*.

4) *Построение технологической схемы сборки масляного насоса*. На рис. 3 показаны узловая и общая технологические схемы сборки масляного насоса.

3. Порядок выполнения работы

1. Изучить конструкцию собираемого изделия, проанализировать технические требования на сборку.
2. Рассчитать действительный такт сборки и определить тип производства.
3. Выполнить качественный и количественный анализ технологичности конструкции изделия с точки зрения удобства сборки и возможности обеспечения заданных технических требований.
4. Разработать технологическую схему сборки изделия.
5. Составить отчет.

4. Содержание отчета

1. Название работы.
2. Содержание задания.
3. Анализ исходных данных.
4. Расчет действительного такта сборки, определение типа производства.

5. Выбор точности посадок основных соединений изделия, анализ технологичности конструкции.
6. Обоснование последовательности сборки.
7. Технологическая схема сборки.

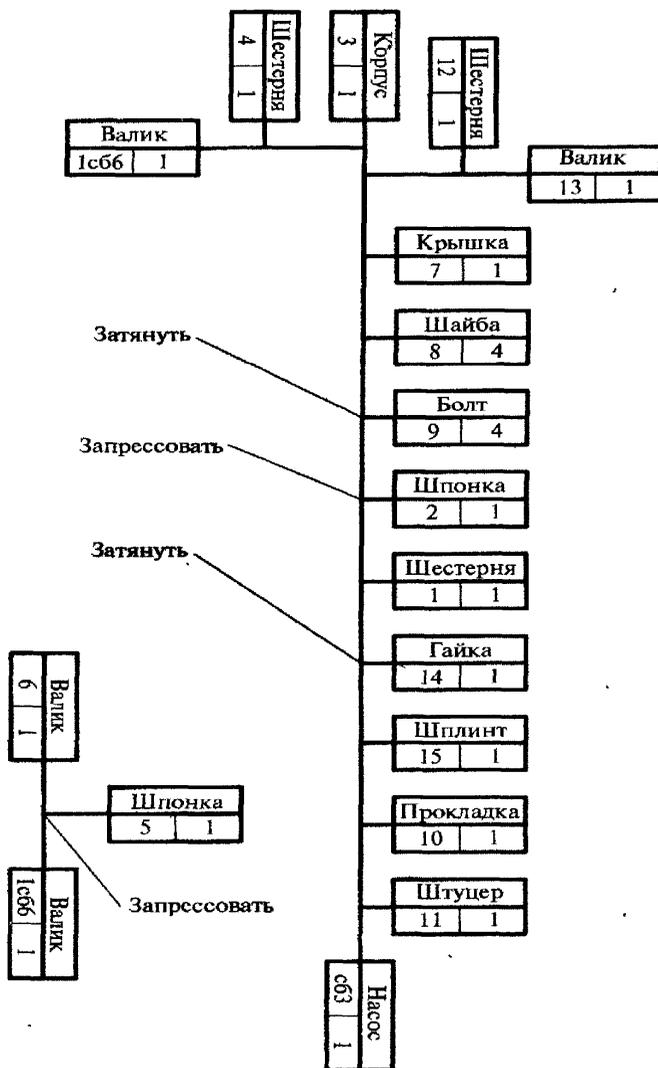


Рис. 3. Технологические схемы сборки масляного насоса

5. Контрольные вопросы

1. Понятия узловой и общей сборки.
2. Виды сборочных единиц.
3. Исходные данные для проектирования технологического процесса сборки.
4. Этапы разработки технологического процесса сборки.
5. Структура анализа исходных данных.
6. Понятие коэффициента закрепления операций.
7. Как определить тип производства?
8. Как определить действительный такт сборки?
9. Требования к технологичности конструкции изделия при сборке.
10. Количественные показатели технологичности конструкции изделия при сборке.
11. Критерии выбора последовательности сборки изделия.

Литература

1. Кондаков, А.И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения : учебное пособие / А.И. Кондаков. – Москва : КНОРУС, 2012. – 400 с.
2. Технология машиностроения. Курсовое проектирование : учебное пособие / М.М. Кане [и др.]; под ред. М.М. Кане, В.К. Шелега. – Минск : Вышэйшая школа, 2013. – 311 с.

**ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОРИЕНТИРОВОЧНАЯ
ПРИМЕНЯЕМОСТЬ ПОСАДОК В СИСТЕМЕ
ОТВЕРСТИЯ ПРИ НОМИНАЛЬНЫХ РАЗМЕРАХ
от 1 до 500 мм**

| Посадки по ГОСТ 25347–82 | Характеристика и ориентировочная применяемость посадок |
|--------------------------------|--|
| $\frac{H6}{s5}, \frac{H6}{r5}$ | <p>Неподвижные соединения с гарантированным, строго регламентированным натягом. Для соединения деталей требуются значительные усилия. Применяются для высокоточных прочных соединений деталей, сохраняющих неподвижность при значительных усилиях без дополнительного крепления. В общем машиностроении, приборостроении и станкостроении широкого применения не имеют</p> |
| $\frac{H6}{n5}$ | <p>Неподвижное соединение с гарантированным минимальным натягом. Сборка деталей осуществляется под значительным давлением. Применяется в высокоточных узлах, подвергающихся значительным сотрясениям. Широкого применения не имеет</p> |
| $\frac{H6}{m5}$ | <p>Переходная посадка для неподвижных соединений (возможен минимальный зазор) с возможностью частой разборки или при недопустимости деформации сопрягаемых деталей. Требуется дополнительное крепление</p> |
| $\frac{H6}{k5}$ | <p>Переходная посадка для плотных соединений. Сборка и разборка осуществляется без значительных усилий. Требуется безусловное дополнительное крепление. Применяется для неподвижных посадок, требующих точного центрирования</p> |

Продолжение прил. 1

| Посадки по ГОСТ 25347–82 | Характеристика и ориентировочная применяемость посадок |
|--|--|
| $\frac{H6}{js5}$ | Переходная посадка с возможностью небольшого натяга. Применяется для посадки неподвижных колец высокоточных подшипников качения |
| $\frac{H6}{h5}$ | Подвижное соединение с минимальными зазорами. Применяется при особо высокой точности сборки прецизионных деталей, требующих подвижности с минимальными зазорами |
| $\frac{H6}{g5}$ | Подвижное высокоточное соединение с гарантированным минимальным зазором. Применяется для высокоточного сопряжения деталей при их взаимном перемещении |
| $\frac{H6}{f5}$ | Подвижное высокоточное соединение с гарантированным зазором. Применяется для деталей, вращающихся с умеренной скоростью, с зазорами, достаточными для помещения смазки |
| $\frac{H7}{u7}$ | Неподвижное соединение с гарантированным натягом. Обеспечивает без дополнительного крепления прочное соединение деталей, на которые действуют значительные моменты. При сборке нагревают охватываемую деталь или глубоко охлаждают охватывающую. В приборостроении и станкостроении широкого применения не имеет |
| $\frac{H7}{r6}$ (от 1 до 120 мм), $\frac{H7}{s6}$ (от 1 до 3 мм и свыше 80 до 800 мм) | Неподвижные соединения с гарантированным натягом. Применяются для посадки чугунных или бронзовых ступиц при толщине стенки, равной приблизительно 0,5 диаметра вала; широко применяются для посадки втулок в гнезде при тяжелых ударных нагрузках |

| Посадки по ГОСТ 25347–82 | Характеристика и ориентировочная применяемость посадок |
|--|---|
| $\frac{H7}{p6}$ (от 1 до 120 мм), $\frac{H7}{r6}$ (от 1 до 3 мм и свыше 80 до 500 мм) | Неподвижные соединения с гарантированным минимальным натягом. Относительное расположение деталей сохраняется без дополнительного крепления. Сборка производится под прессом. Примеры применения: бронзовые венцы червячных колес, сборные шестерни, втулки в шестернях и шкивах, постоянные втулки в станинах |
| $\frac{H7}{r6}$ | Неподвижное прочное соединение. При значительных усилиях требует дополнительного крепления от проворачивания и продольного смещения. Сборка – под прессом. Разъединение деталей может производиться только при крупном ремонте. Примеры применения: зубчатые венцы на шестернях, постоянные втулки, сильно нагруженные зубчатые колеса на валах, шкивы, насадные бурты на валах и т. д. |
| $\frac{H7}{m6}$ | Переходная посадка для неподвижных соединений. Применяется для неподвижных соединений, но с возможностью более частой разборки или при недопустимости деформации деталей при запрессовке (тонкостенные детали, легкие материалы и т. д.); возможен минимальный зазор. Требуется дополнительное крепление соединяемых деталей |
| $\frac{H7}{k6}$ | Переходная посадка для неподвижных соединений. Применяется для плотных соединений, когда сборка и разборка осуществляется без значительных усилий. Детали, безусловно, должны предохраняться от проворачивания и сдвигов. Применяется для соединения деталей, требующих точного центрирования, туго насаживаемых на шпонках, – зубчатых колес, поводков, муфт, установочных колец и т. п. |

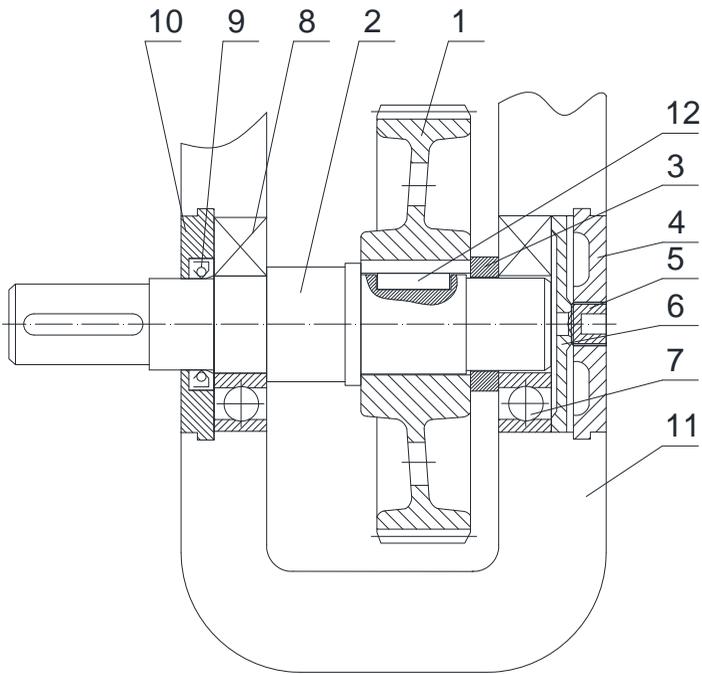
| Посадки по ГОСТ 25347–82 | Характеристика и ориентировочная применяемость посадок |
|--------------------------|--|
| $\frac{H7}{js6}$ | Переходная посадка с возможностью небольшого натяга. Применяется для посадки неподвижных колец подшипников качения |
| $\frac{H7}{h6}$ | Подвижное соединение с минимальными зазорами. Применяется для соединений, требующих продольного перемещения (после смазки) без вращения и для посадки точных деталей, требующих легкой сборки с минимальными зазорами, – для сменных шестерен на валах, шпинделей задних бабок, шпиндельных гильз сверлильных станков, передвигающихся муфт и шестерен, сменных рукояток, маховиков и т. п. |
| $\frac{H7}{g6}$ | Подвижное соединение с гарантированным минимальным зазором. Применяется при взаимном перемещении сопрягаемых деталей. Для уменьшения износа помимо других средств (термообработки, смазки и т. п.) необходима высокая чистота соприкасающихся поверхностей деталей |
| $\frac{H7}{f7}$ | Подвижное соединение с гарантированным зазором. Применяется для деталей, вращающихся с умеренной скоростью, с заметным зазором, достаточным для размещения смазки при достаточном центрировании. Типичная посадка для подшипников скольжения (основные подшипники металлорежущих станков, подвижные шестерни на валах коробок скоростей и подач, подвижные части цепных муфт, распорные кольца, направляющие втулки и т. п.) |

| Посадки по ГОСТ 25347–82 | Характеристика и ориентировочная применяемость посадок |
|--------------------------------|--|
| $\frac{H7}{e8}$ | Подвижное соединение с гарантированным зазором. Применяется как посадка $\frac{H7}{f7}$, но для деталей, вращающихся со значительной скоростью |
| $\frac{H7}{d8}$ | Подвижное соединение со значительным гарантированным зазором. Применяется для деталей, вращающихся со значительной скоростью при пониженных требованиях к центрированию |
| $\frac{H7}{c8}$ | Подвижное соединение с большим гарантированным зазором. Применяется для деталей, вращающихся с большой скоростью, когда требуется обеспечить гарантированный зазор при нагреве сопрягаемых деталей |
| $\frac{H8}{u8}, \frac{H8}{s7}$ | Неподвижные соединения с гарантированным натягом. Для соединения деталей требуются значительные усилия. Применяются для прочных соединений деталей, сохраняющих неподвижность при значительных усилиях без дополнительного крепления |
| $\frac{H8}{n7}$ | Неподвижное прочное соединение. Область применения та же, что и для посадки $\frac{H7}{n6}$, но с более свободными требованиями к допускам |
| $\frac{H8}{m7}, \frac{H8}{k7}$ | Переходные посадки для неподвижных соединений. Области применения – см. посадки $\frac{H7}{m6}, \frac{H7}{k6}$ и $\frac{H7}{js6}$, но с меньшими требованиями к допускаемым отклонениям |

| Посадки по ГОСТ 25347–82 | Характеристика и ориентировочная применяемость посадок |
|--|--|
| $\frac{H8}{js7}$ | Подвижные соединения. Ориентировочная применяемость: см. посадки – $\frac{H7}{h6}$ и $\frac{H7}{f7}$ |
| $\frac{H8}{h7}, \frac{H8}{f8}, \frac{H8}{x8}$ (свыше 3 до 30 мм), $\frac{H8}{u8}$ (свыше 3 до 100 мм) | Неподвижные соединения с гарантированным натягом. Применяются в случаях, когда сопряженные детали должны противостоять значительным усилиям без дополнительного крепления, но при условии, что возникающие напряжения не вызовут нарушения прочности деталей, а деформация не имеет значения (например, при запрессовке валиков, втулок, с толстыми стенками, штифтов, пальцев кривошипов и т. п.) |
| $\frac{H8}{s7}$ (свыше 65 до 500 мм) | Подвижные соединения с малыми зазорами. Обеспечивают довольно легкое перемещение одной детали относительно другой, невысокой точности. Применяются для тех же целей, что и посадка $\frac{H7}{h6}$, но при меньших требованиях к качеству сборки (например, для поршневых штоков, поршней и поршневых золотников в цилиндрах, вкладышей разъемных подшипников скольжения, сальников и т. п.) |
| $\frac{H8}{h8}, \frac{H9}{h8};$ $\frac{H8}{h9}, \frac{H9}{h9}$ | Подвижные соединения с гарантированным зазором. Применяются для деталей, требующих невысокой точности; вращающихся валов с несколькими или далеко расставленными опорами; валов в длинных подшипниках и т. п. |

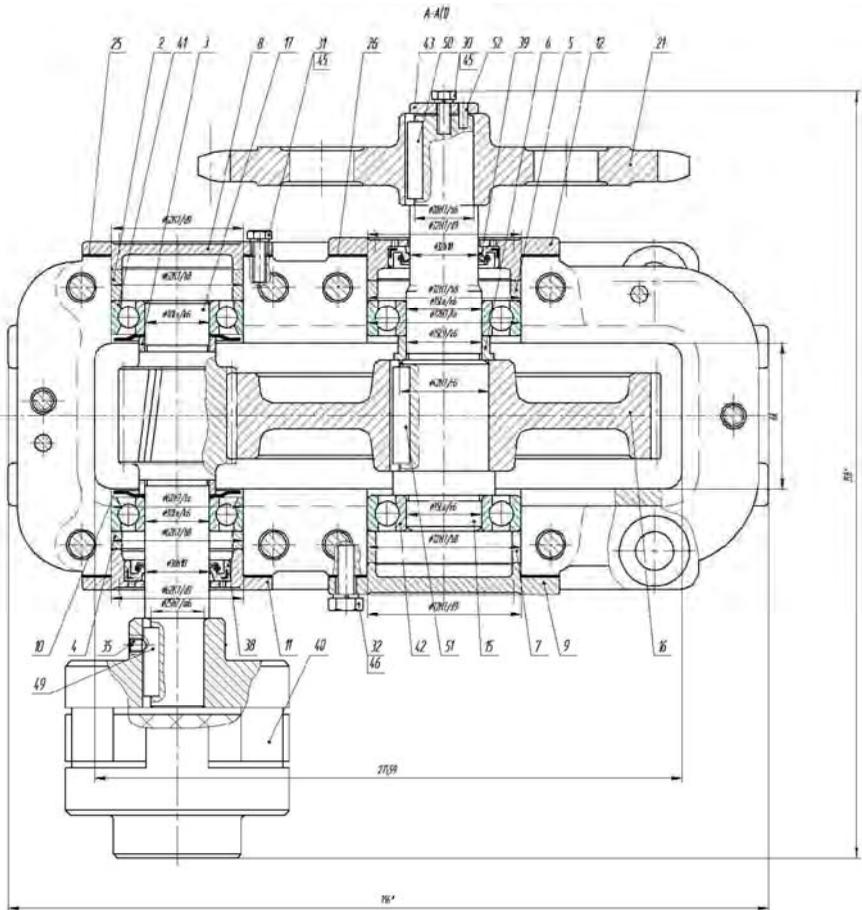
| Посадки по ГОСТ 25347–82 | Характеристика и ориентировочная применяемость посадок |
|--|---|
| $\frac{H9}{f8}, \frac{H8}{f9};$ $\frac{H8}{d9}, \frac{H9}{d9}, \frac{H8}{d10}$ | Подвижные соединения со значительными гарантированными зазорами. Применяются для тех же целей, что и посадки $\frac{H9}{f8} - \frac{H8}{e9}$, но при меньших требованиях к качеству сборки |
| $\frac{H10}{h10}$ | Подвижное соединение с малыми зазорами. Применяется для тех же целей, что и посадки $\frac{H8}{h8} - \frac{H9}{h9}$, но с более грубыми допусками, дающими возможность вести обработку на автоматах и револьверных станках |

Вариант 1



Вторая ступень редуктора цилиндрического

Варианты 2, 3



Редуктор цилиндрический одноступенчатый

Техническая характеристика

1. Передаваемая мощность, кВт _____ 2,815.
2. Частота вращения тихоходного вала, мин⁻¹ _____ 177,5.
3. Вращающий момент на тихоходном валу, Нм _____ 147,689.
4. Передаточное число редуктора _____ 4.
5. Расчетный суммарный срок службы, часов _____ 10000.

Технические требования

1. Размеры для справок.
2. Привод обкатать на всех режимах без нагрузки в течение не менее 1 часа.
3. Регулировку осевой игры подшипников поз. 41 производить набором регулировочных прокладок поз. 25, подшипников поз. 42 производить набором регулировочных прокладок поз. 26.
4. Регулировку зацепления производить набором регулировочных прокладок поз. 2, 6.
5. Шум передач должен быть равномерным без металлических стуков.
6. Перед обкаткой залить 1 л масла И-Г-А ГОСТ 20799–88.
7. Течь масла в местах неподвижных соединений не допускается. Требования к манжетным уплотнениям по ГОСТ 8752–79.
8. После обкатки редуктор осмотреть, при необходимости подтянуть подшипники, болтовые соединения.
9. Грунтовку наружных поверхностей, кроме выходных концов валов, произвести грунтом ВА-03Ж коричневого ГОСТ 19024–73.
10. Муфту 40 и звездочку 21 установить после сборки редуктора.

| Формат | Зона | Лист | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание | |
|--------------|----------|------|--|--------------------------|------|------------|--------|
| | | | | <u>Документация</u> | | | |
| A4 | | | БНТУ.303115.001.СБ | Сборочный чертёж | | | |
| | | | БНТУ.303115.001.ПЗ | Пояснительная записка | | | |
| | | | | <u>Сборочные единицы</u> | | | |
| | | 1 | БНТУ.30344.1001 | | | | |
| | | | | <u>Детали</u> | | | |
| | | 2 | БНТУ.7114.1002 | Кольцо | 1 | | |
| | | 3 | БНТУ.7114.1003 | Кольцо | 1 | | |
| | | 4 | БНТУ.7114.1004 | Кольцо | 2 | | |
| | | 5 | БНТУ.7114.1005 | Кольцо | 1 | | |
| | | 6 | БНТУ.7114.1006 | Кольцо | 1 | | |
| | | 7 | БНТУ.7114.1007 | Кольцо | 1 | | |
| | | 8 | БНТУ.7113.21008 | Крышка подшипника | 1 | | |
| | | 9 | БНТУ.7113.21009 | Крышка подшипника | 1 | | |
| | | 10 | БНТУ.7113.41010 | Шайба масляной | 2 | | |
| | | 11 | БНТУ.7113.52011 | Крышка подшипника | 1 | | |
| | | 12 | БНТУ.7113.52012 | Крышка подшипника | 1 | | |
| | | 13 | БНТУ.7113.51013 | Пробка | 1 | | |
| | | 14 | БНТУ.7113.524.014 | Пробка-отдушину | 1 | | |
| | | 15 | БНТУ.7115.431015 | Вал | 1 | | |
| | | 16 | БНТУ.72138.2016 | Колесо зубчатое | 1 | | |
| | | 17 | БНТУ.7214.22017 | Вал-шестерня | 1 | | |
| | | | БНТУ.303115.001 | | | | |
| Итого листов | Разработ | | Редуктор цилиндрический одноступенчатый | | | Лист | Листов |
| | Провер | | | | | 1 | 3 |
| | Инженер | | | | | | |
| | См. | | | | | | |

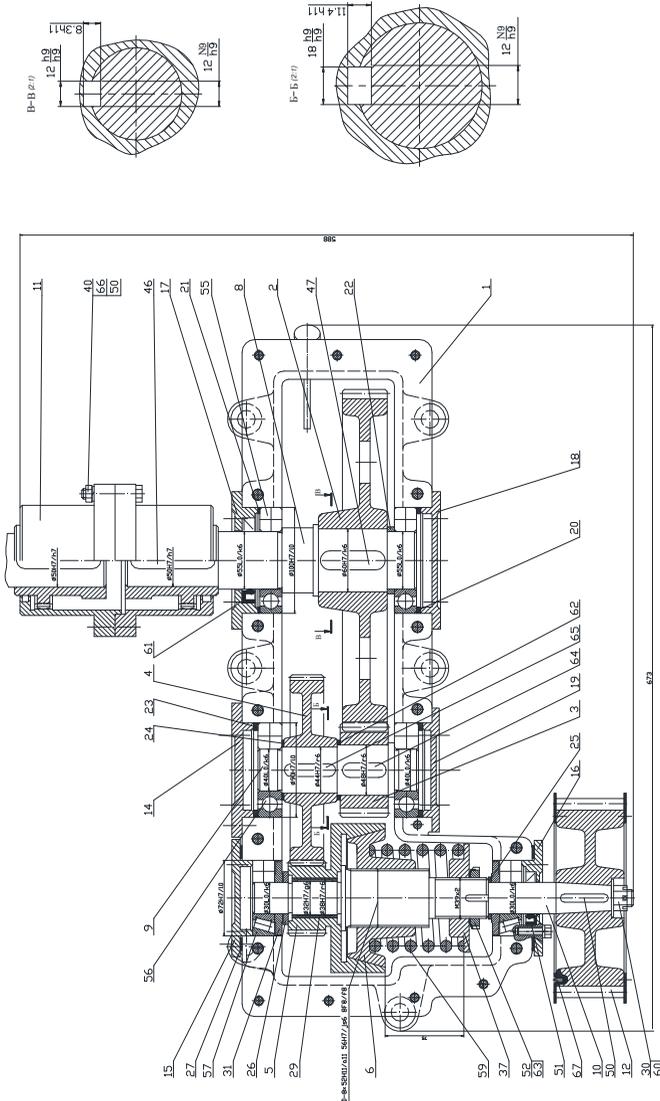
| Формат Знак Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Приме- чание |
|------------------------|--------------------|--------------------------|------|--|
| | | | | |
| | | <u>Документация</u> | | |
| A1 | БНТУ.303122.092 СБ | Сборочный чертеж | | |
| A4 | БНТУ.303355.092 ПЗ | Пояснительная записка | | |
| | | <u>Сборочные единицы</u> | | |
| 1 | БНТУ.305456.001 | Маслоуказатель | 1 | |
| | | <u>Детали</u> | | |
| 2 | БНТУ.589448.002 | Пружина | 3 | |
| 3 | БНТУ.711321.003 | Крышка глухая | 1 | |
| 4 | БНТУ.711321.004 | Крышка глухая | 2 | |
| 5 | БНТУ.711321.005 | Крышка глухая | 1 | |
| 6 | БНТУ.716624.006 | Крышка сквозная | 1 | |
| 7 | БНТУ.715531.007 | Крышка сквозная | 1 | |
| 8 | БНТУ.71314.1.008 | Кольцо | 2 | |
| 9 | БНТУ.71314.1.009 | Кольцо | 2 | |
| 10 | БНТУ.71314.1.010 | Кольцо | 2 | |
| 11 | БНТУ.715413.011 | Вал | 1 | |
| 12 | БНТУ.715413.012 | Вал | 1 | |
| 13 | БНТУ.7214.12.013 | Вал-шестерня | 1 | |
| 14 | БНТУ.7214.52.014 | Колеса зубчатое | 1 | |
| 15 | БНТУ.7214.53.015 | Колеса зубчатое | 1 | |
| 16 | БНТУ.751821.016 | Звездочка цепная | 1 | |
| БНТУ.303355.092 | | | | |
| Изм./Лист | № докум. | Подп. | Дата | |
| Разработ | | | | Редуктор цилиндрический двухступенчатый |
| Проект | | | | |
| Н.контр. | | | | Лист 1 |
| С.тб. | | | | Лист 2 |
| Копировал | | | | Формат А4 |

| Формат Зона Г/з | Обозначение | Наименование | Кол | Приме- чание | Изм./лист | | | | |
|-----------------------|-------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------|------|----------|-----------|------|
| | | | | | Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| Перв. проект | | Стандартные изделия | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | Болт ГОСТ 7798-70 | | | | | | |
| | | 17 | M8 x 25,58 | 24 | | | | | |
| | | | Гайка ГОСТ 11871-88 | | | | | | |
| | | 18 | M20x1,5-6H | 1 | | | | | |
| | | | Гайка ГОСТ 11871-73 | | | | | | |
| | | 19 | M14x1,5-6H | 1 | | | | | |
| | | | Кольцо ГОСТ 13940-68 | | | | | | |
| | | 20 | 1A32 | 1 | | | | | |
| Справ. № | | Кольцо ГОСТ 13942-80 | | | | | | | |
| | | 21 | 30 | 1 | | | | | |
| | | 22 | 35 | 1 | | | | | |
| | | 23 | 40 | 1 | | | | | |
| | | | Манжета ГОСТ 8752-79 | | | | | | |
| | | 24 | 11-28x50-1 | 1 | | | | | |
| | | 25 | 11-40x60-1 | 1 | | | | | |
| | | | Подшипник ГОСТ 8338-75 | | | | | | |
| | | 26 | 206 | 2 | | | | | |
| | | 27 | 207 | 2 | | | | | |
| | | 28 | 208 | 2 | | | | | |
| | | | Шайба ГОСТ 6402-70 | | | | | | |
| | | 29 | 8 65Г | 26 | | | | | |
| | | | Шайба ГОСТ 11371-78 | | | | | | |
| | | 30 | 20.01 | 1 | | | | | |
| | | Шайба ГОСТ 11872-80 | | | | | | | |
| | 31 | 20.01 | 1 | | | | | | |
| | 32 | 48.01 | 1 | | | | | | |
| | | Шпонка ГОСТ 23360-78 | | | | | | | |
| | 33 | 8x7x25 | 1 | | | | | | |
| | 34 | 8x7x22 | 1 | | | | | | |
| | 35 | 10x8x25 | 1 | | | | | | |
| Изм. № табл | | | | | БНТУ.303355.092 | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 2 |
| | | | | | | | | Изм./лист | |
| | | | | | | | | № докум. | |
| | | | | | | | | Подп. | |
| | | | | | | | | Дата | |

Копировал

Формат А4

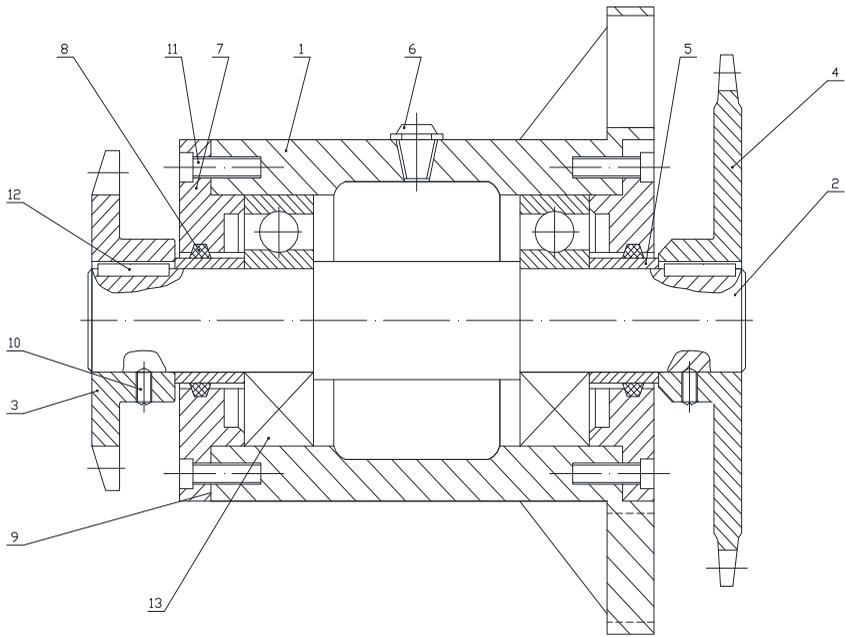
Варианты 7-9



Редуктор цилиндрический двухступенчатый

| | | | |
|---|------|---------|------|
| № | ИЗМ. | ПОДПИСЬ | ДАТА |
| | | | |

Вариант 10

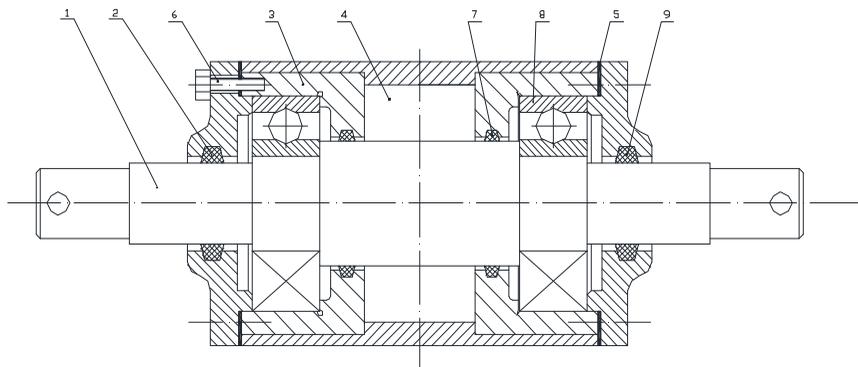


Привод конвейера

Спецификация узла «Привод конвейера»

| № п/п | Наименование | Количество |
|----------|----------------------------|------------|
| | <i>Детали</i> | |
| 1 | Корпус | 1 |
| 2 | Вал | 1 |
| 3 | Звездочка | 1 |
| 4 | Звездочка | 1 |
| 5 | Втулка | 2 |
| 6 | Пробка | 1 |
| 7 | Крышка подшипника | 2 |
| 8 | Кольцо уплотнительное | 2 |
| 9 | Прокладка | 2 |
| | <i>Стандартные изделия</i> | |
| 10 | Винт М6 × 15 | 2 |
| 11 | Винт М8 × 14 | 12 |
| 12 | Шпонка 10 × 8 × 30 | 2 |
| 13 | Подшипник 207 | 2 |

Вариант 11

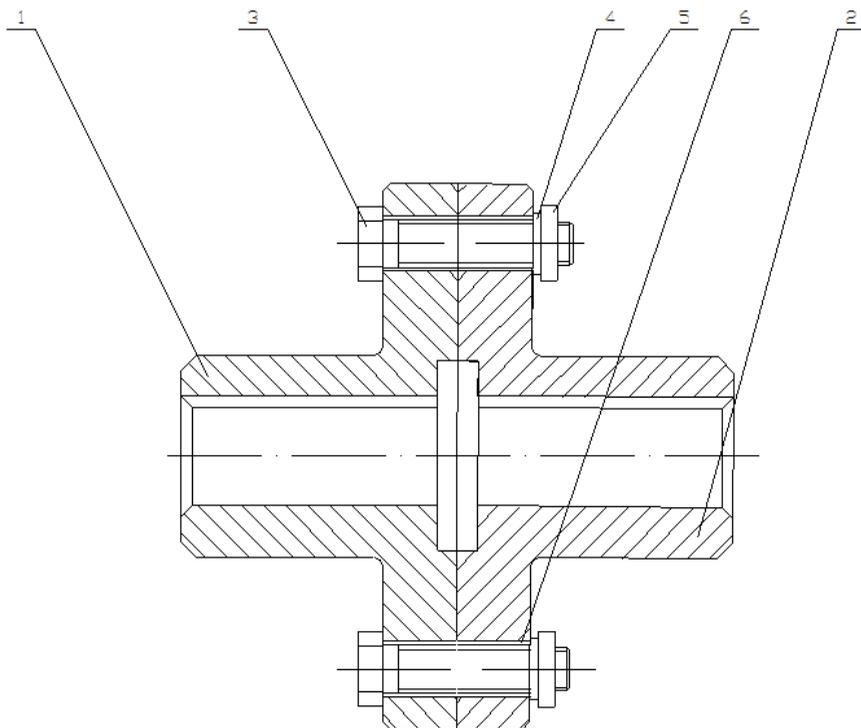


Ролик конвейера

Спецификация узла «Ролик конвейера»

| № п/п | Наименование | Количество |
|-------|----------------------------|------------|
| | <i>Детали</i> | |
| 1 | Вал | 1 |
| 2 | Крышка | 2 |
| 3 | Втулка | 2 |
| 4 | Труба | 1 |
| 5 | Прокладка | 2 |
| | <i>Стандартные изделия</i> | |
| 6 | Винт М4 × 10 | 8 |
| 7 | Кольцо уплотнительное | 2 |
| 8 | Шарикоподшипник 204 | 2 |
| 9 | Кольцо уплотнительное | 2 |

Вариант 12



Муфта втулочно-пальцевая

Спецификация узла «Муфта втулочно-пальцевая»

| № п/п | Наименование | Количество |
|----------|----------------------------|------------|
| | <i>Детали</i> | |
| 1 | Левая полумуфта | 1 |
| 2 | Правая полумуфта | 1 |
| | <i>Стандартные изделия</i> | |
| 3 | Болт М10 × 45 | 6 |
| 4 | Шайба | 6 |
| 5 | Гайка М10 | 6 |
| 6 | Втулка резиновая | 6 |

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| 1. Основные положения построения технологической схемы сборки..... | 3 |
| 2. Методические указания..... | 12 |
| 3. Порядок выполнения работы..... | 19 |
| 4. Содержание отчета | 19 |
| 5. Контрольные вопросы | 21 |
| Литература..... | 22 |
| <i>Приложение 1</i> | 23 |
| <i>Приложение 2</i> | 30 |

Учебное издание

КАНЕ Марк Моисеевич
ВЕРЕМЕЙ Павел Валерьевич

ПОСТРОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ СБОРКИ

Пособие

по дисциплине «Технология машиностроения»
для студентов специальностей 1-36 01 01
«Технология машиностроения»
и 1-36 01 03 «Технологическое оборудование
машиностроительных производств»

Редактор *Т.В. Мейкшане*
Компьютерная верстка *Н.А. Школьниковой*

Подписано в печать 23.04.2018. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 2,96. Уч.-изд. л. 2,32. Тираж 150. Заказ 202.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.