

МИНСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет»

Кафедра технология металлов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*к лабораторной работе по дисциплине «Технология сельскохозяйственного
машиностроения»*

*Для студентов специальности 1 — 74 06 03 — Ремонтно-обслуживающее
производство в сельском хозяйстве*

Минск 2007

Методические указания к лабораторной работе «Проектирование технологического процесса сборки» по дисциплине «Технология сельскохозяйственного машиностроения» для студентов специальности 1 74 06 03 – «Ремонтно-обслуживающее производство в сельском хозяйстве» рассмотрены на заседании методической комиссии факультета «Технический сервис в АПК» и рекомендованы к изданию на ротапринте БГАТУ. Протокол № ____ от « ____ » _____ 2006 г.

Составители: д.т.н., профессор Кожуро Л.М., аспирант Зеленцов А.Г.

Рецензенты: профессор кафедры технологии машиностроения Белорусского национального технического университета, д.т.н., профессор Мрочек Ж.А.; профессор кафедры технологии металлов Белорусского государственного аграрного технического университета, д.т.н., профессор Акулович Л.М.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

«Проектирование технологического процесса сборки»

Цель работы — закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных на предыдущих этапах изучения дисциплины, а также приобретение практических навыков разработки технологического процесса сборки изделия, выбора средств технического оснащения и оформления технологической документации.

Содержание работы — для заданного изделия и его программы выпуска разработать технологический процесс сборки изделия и схему общей сборки.

Работа рассчитана на четыре академических часа.

Студент должен:

знать:

- типы машиностроительного производства;
- последовательность разработки технологического процесса сборки;
- как строится технологическая схема сборки машины;
- организационные формы сборки.

уметь:

- заполнить маршрутную и операционную карты и выполнить операционный эскиз;
- установить тип производства;
- рассчитать действительный такт и темп сборки;
- определить цикл сборки;
- пользоваться нормативно–справочной литературой.

1 Основные положения технологии сборки машин

Изделия сельскохозяйственных машин по технологической структуре сборки можно разделить на машины, агрегаты и орудия (рабочие органы).

Каждая *машина* состоит из двигателя, трансмиссии (привода) и рабочего органа. Машины подразделяются на самоходные и стационарные. К *самоходным машинам* относятся тракторы с навесным и (или) прицепными орудиями, зерноуборочные комбайны, хлопкоуборочные машины, автомобильные разбрасыватели удобрений и др., а к *стационарным* — зерноочистительные машины, зерносушилки, кормоприготовительные машины (соломосилосорезки, корнеклубнерезки, кормодробилки и др.).

Агрегаты не имеют двигателя, они состоят только из рабочего органа и трансмиссии. Агрегаты могут быть прицепными и навесными. *Прицепными агрегатами* являются картофелеуборочные, свеклоуборочные, кукурузоуборочные, силосоуборочные комбайны, картофелесажалки, сеялки, пресс–подборщики и т.п., а *навесными* — косилки, жатки, опрыскиватели и др. Навесной или прицепной агрегат вместе с трактором образуют машину.

Орудия имеют только рабочий орган и не имеют ни двигателя, ни трансмиссии. Как и агрегаты, они могут быть прицепными и навесными. К орудиям относятся плуги, бороны, грабли, луцильники, культиваторы, катки и т.п.

Для удобства сборки машину разделяют на сборочные единицы первого, второго и более высоких порядков (рис. 1).

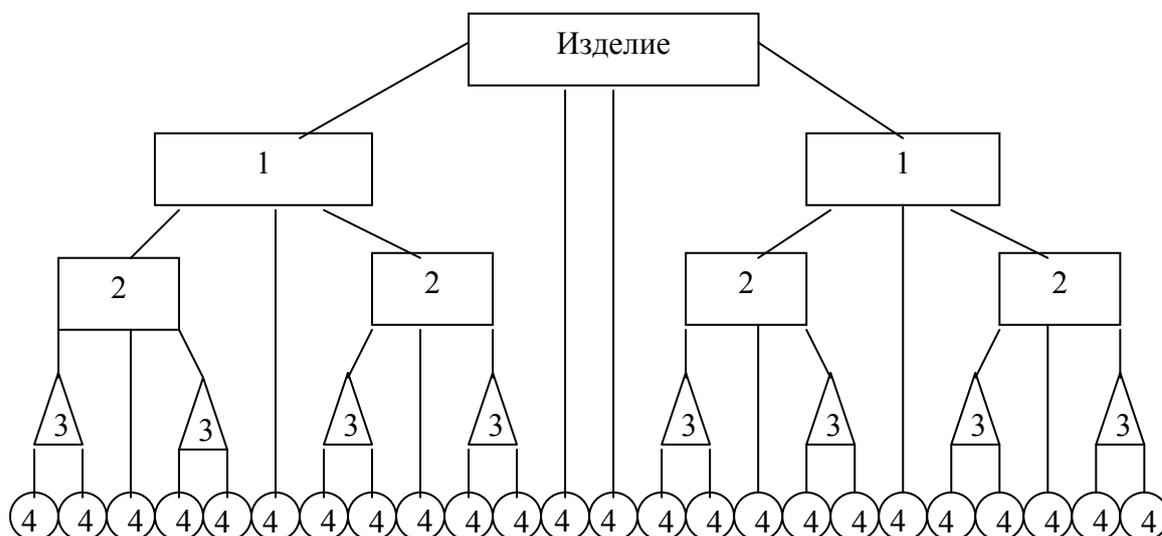


Рис. 1 Общая компоновка элементов изделия
 1 — сборочные единицы (узлы) 1-го порядка; 2 — сборочные единицы 2-го порядка; 3 — сборочные единицы 3-го порядка; 4 — детали

Деление изделия на составные части осуществляется по технологическому признаку. Технологическим признаком составной части является возможность ее сборки обособленно от других элементов изделия. Составная часть первого порядка входит непосредственно в составную часть изделия, составная часть второго порядка — в составную часть первого порядка и т.д. Составной частью высшего порядка являются только детали.

Двигатель, трансмиссия и рабочий орган могут рассматриваться для машины как сборочные единицы первого порядка. Изготовление и сборка сборочных единиц машины могут осуществляться в разных цехах и даже на разных заводах.

Сборка является заключительным этапом изготовления машины, в значительной степени определяющим ее основные эксплуатационные качества. Условия достижения высоких эксплуатационных качеств машины не ограничиваются созданием удачной конструкции или применением высококачественных материалов. Процесс изготовления машины может гарантировать достижение всех требуемых эксплуатационных показателей, а также ее надежности и долговечности в эксплуатации только при условии высококачественного проведения всех этапов сборки машины (т.е. сборки и регулировки отдельных единиц (узлов) и общей сборки и испытаний изготавливаемого изделия в целом).

Выполнение сборочных работ связано с большими затратами времени, составляющими значительную долю общей трудоемкости изготовления

машины. В зависимости от типа производства затраты времени на сборочные работы составляют (в процентах от общей трудоемкости изготовления машин): в массовом и крупносерийном производствах — 20–30; в среднесерийном производстве — 25–35; в единичном и мелкосерийном производствах — 35–40.

В сельскохозяйственном машиностроении выполняется большой объем сборочных работ. Их трудоемкость составляет около 25 % общей трудоемкости изделия, а по некоторым машинам может достигать до 60 %.

Следует также отметить, что основная часть (50–85 %) слесарно–сборочных работ — это ручные работы, требующие больших затрат физического труда и высокой квалификации рабочих.

Технологический процесс сборки машин и механизмов представляет собой часть производственного процесса, который включает совокупность операций по соединению деталей в определенной технической и экономически целесообразной последовательности для получения сборочных единиц и изделий, полностью отвечающих установленным для них требованиям.

Сборка может осуществляться простым соединением деталей, их запрессовкой, свинчиванием, сваркой, пайкой, клепкой и т.д. В зависимости от объема выпуска сборка подразделяется на *общую*, объектом которой является изделие в целом, и *узловую*, объектом которой является составная часть изделия, т.е. сборочная единица или узел.

В условиях единичного и мелкосерийного производств основная часть сборочных работ выполняется на общей сборке, и лишь малая их доля осуществляется с отдельными сборочными единицами. С увеличением серийности производства сборочные работы все больше раздробляются по отдельным сборочным единицам, и в условиях массового и крупносерийного производств объем узловой сборки становится равным или даже превосходит объем общей сборки.

По стадиям процесса сборка подразделяется на виды:

– *предварительная сборка*, т.е. сборка заготовок, составных частей или изделия в целом, которые в последующем подлежат разборке (например, предварительная сборка узла с целью определения размера неподвижного компенсатора);

– *промежуточная сборка*, т.е. сборка заготовок, выполняемая для дальнейшей их совместной обработки (например, предварительная сборка корпуса редуктора с крышкой для последующей совместной обработки отверстий под подшипники);

– *сборка под сварку*, т.е. сборка заготовок для их последующей сварки;

– *окончательная сборка* (т.е. сборка изделия или его составной части), после которой не предусмотрена последующая разборка.

По методу образования соединений сборка подразделяется на виды:

– *слесарная сборка*, т.е. сборка изделия или его составной части с помощью слесарно–сборочных операций;

- *монтаж*, т.е. установка изделия или его составных частей на месте использования (например, монтаж станка с ЧПУ);
- *электромонтаж*, т.е. монтаж электроизделий или их составных частей, имеющих токоведущие элементы;
- *сварка, пайка, клепка, склеивание*.

По организации сборка подразделяется на следующие формы: стационарную и подвижную (рис. 2).

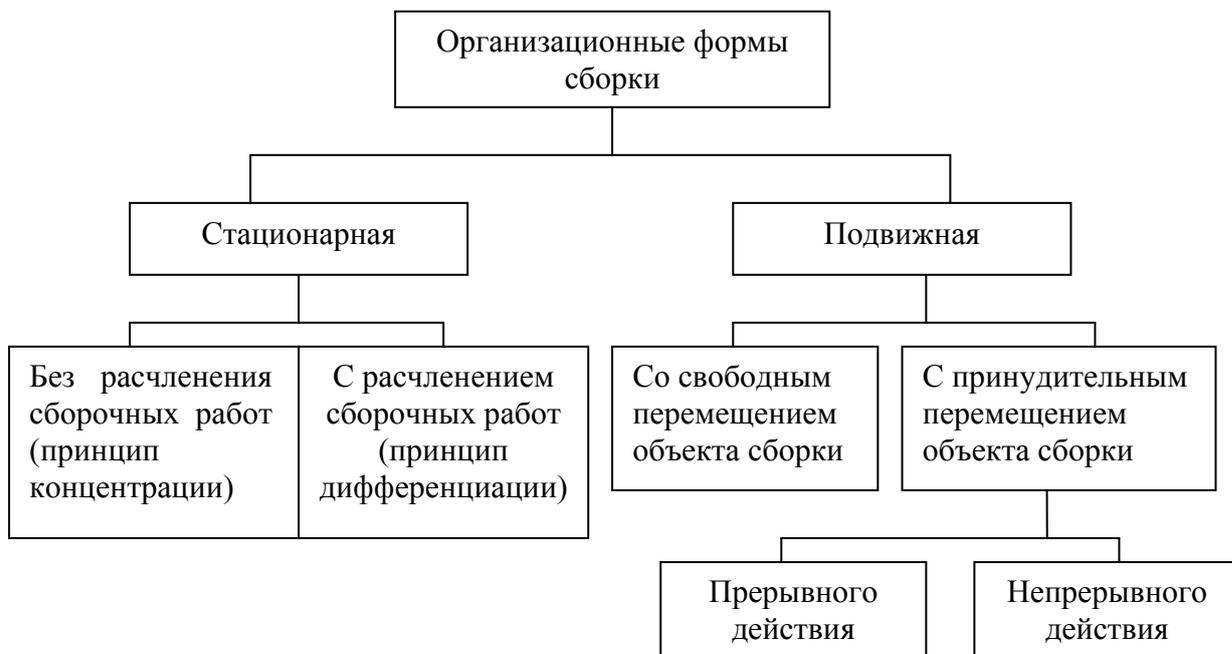


Рис. 2 Схема организационных форм сборки

При *стационарной сборке* изделия полностью собирают на одном сборочном посту. Все детали и узлы, требуемые для сборки изделия, поступают на этот пост.

Стационарная сборка может быть осуществлена двумя методами:

- 1) без расчленения сборочных работ (*принцип концентрации*);
- 2) с расчленением (*принцип дифференциации*).

При *стационарной сборке без расчленения сборочных работ* сборку изделия должен выполнять практически один человек или бригада от начала до конца. Цикл сборки по этому методу при значительной трудоемкости сборочного процесса чрезвычайно продолжителен, и при большой программе выпуска изделий требуется большое количество сборочных площадей, инструмента, оборудования и пр. Этот метод применяют в единичном или опытном производстве при сборке специальных, уникальных машин и приборов, а также в мелкосерийном производстве, когда весь процесс сборки изделия состоит из небольшого количества несложных операций. Широкого практического применения этот метод сборки в настоящее время не имеет.

Разновидностью метода сборки без расчленения процесса на операции является бригадный метод, когда сборку всего изделия выполняет бригада рабочих; но бригадный метод уже является первым шагом на пути расчленения сборочного процесса на части, поскольку внутри бригады имеет место некоторая дифференциация работ, т.е. одни рабочие специализируются на одной группе сборочных операций, другие — на другой. В ряде случаев за каждым рабочим бригады закрепляют один из узлов изделия, вследствие чего члены бригады специализируются на выполнении определенных сборочных работ. Однако по конструктивным условиям в большинстве случаев вести сборку всех узлов одновременно невозможно. При таком методе сборки большое значение имеет правильное планирование начала и конца сборочных работ по узлам с учетом их трудоемкости и последовательности установки на машину. Бригадный метод сборки широко распространен в единичном и мелкосерийном производствах, а также при выполнении повторной сборки машины при ремонте.

Стационарная сборка с расчленением сборочных работ предусматривает деление процесса на узловую сборку основных групп и общую сборку изделия. В результате одновременного выполнения сборочных операций большим количеством рабочих длительность процесса сборки значительно сокращается. Расчленение процесса сборки дает значительный экономический эффект. При этом сокращается потребность в рабочей силе и производственных площадях, увеличивается выпуск машин, уменьшается трудоемкость, снижается себестоимость сборочных работ.

При *подвижной сборке* собираемое изделие последовательно перемещают по всем сборочным постам, на каждом из которых выполняют определенную операцию. Каждый пост оборудуют приспособлениями и инструментом, предназначенными для выполнения данной операции. Детали и узлы для сборки поступают на соответствующие посты.

При подвижной сборке рабочие, выполняющие отдельные операции, распределены по рабочим местам — постам, к которым подают соответствующие детали и узлы; объект же производства последовательно перемещается от одного поста к другому. Это перемещение может быть *свободным*, когда объекты сборки располагаются, например, на тележках, перемещаемых самими исполнителями, и *принудительным*, когда объекты сборки перемещают механическими транспортными устройствами непрерывного или прерывного действия (конвейер).

Преимущества этого метода состоят в том, что расчлененный сборочный процесс не требует высококвалифицированных исполнителей, так как закрепление за исполнителем одной или небольшого количества операций дает ему возможность приобрести в короткий срок необходимые навыки.

При расчлененном процессе сборки каждую операцию оснащают соответствующими приспособлениями и инструментом; в связи с этим время на сборку изделия и требуемое количество рабочих меньше, чем при нерасчлененном процессе. Расчлененный процесс для заданной программы выпуска изделий требует значительно меньших производственных площадей

благодаря сокращению производственного цикла сборки. Количество одновременно собираемых изделий при этом значительно меньше, чем при нерасчлененном процессе.

Процесс сборки может быть расчленен в условиях крупносерийного и массового производств таким образом, что каждую операцию будет выполнять только один рабочий. В этом случае объект работы (узел или изделие) должен в процессе производства последовательно переходить от одного рабочего места к другому, по потоку. Под *потоком* подразумевается движение собираемого изделия, осуществляемое обычно механическими транспортными средствами.

Переход на поточный метод производства позволяет увеличить выпуск продукции, снизить себестоимость изделия, сократить длительность производственного цикла, уменьшить объем незавершенного производства, увеличить производительность труда, облегчить и улучшить условия труда, учет и планирование производства, укрепить трудовую дисциплину.

Под *поточной линией сборки* понимают ряд рабочих мест, участвующих в сборке узла или машины, расположенных соответственно последовательности операций технологического процесса сборки (рис. 3).

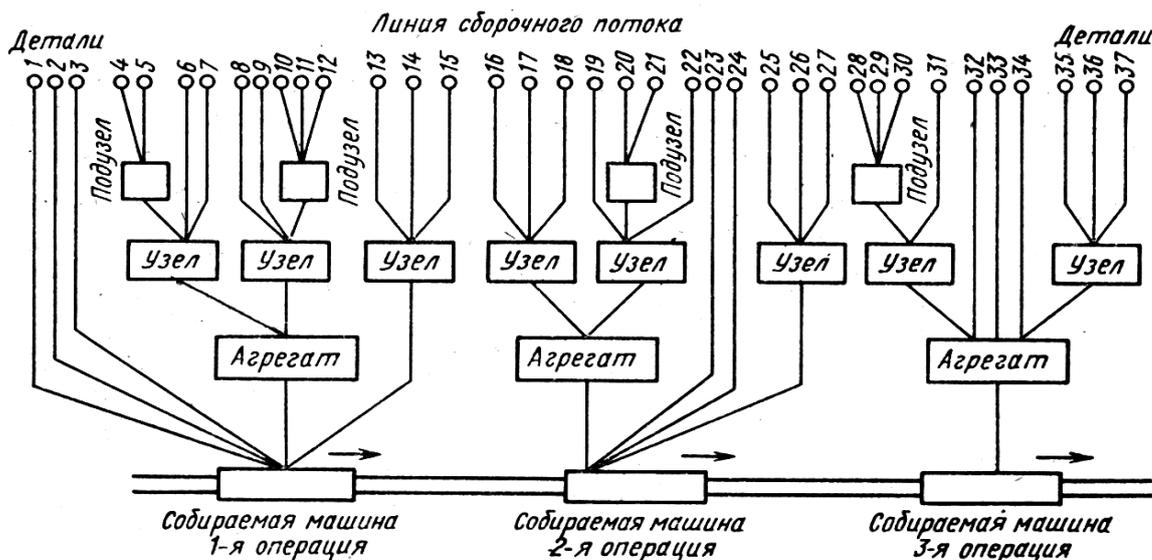


Рис. 3 Схема поточной сборки с подвижным объектом

Непрерывность процесса при поточной сборке достигается благодаря равенству или кратности времени выполнения операций на всех рабочих местах линии сборки, т.е. длительность любой сборочной операции на линии сборки должна быть равна или кратна такту сборки изделия.

Тактом сборки называется промежуток времени между выходом со сборки двух смежных готовых изделий. Номинальный такт сборки (мин/шт.)

$$\tau_H = 60F/N,$$

где F — годовой фонд рабочего времени, ч; N — годовая производственная программа, шт.

Годовой фонд рабочего времени

$$F = DmT_{\text{см}}\eta,$$

где D — число рабочих дней в году; m — число рабочих смен в сутки; $T_{\text{см}}$ — длительность рабочей смены, ч; η — коэффициент, учитывающий потери времени на ремонт оборудования ($\eta = 0,98$ при односменной и $\eta = 0,97$ при двухсменной работе).

Действительный такт отличается от нормального, так как при его определении учитывают потери времени на перерывы в работе и обслуживание рабочих мест.

Действительный такт

$$t_q = 60Dm(T_{\text{см}}\eta - T_{\text{обс}} - T_{\text{п}}) / N,$$

где $T_{\text{обс}}$ — потери времени в течение смены на обслуживание рабочих мест, ч; $T_{\text{п}}$ — потери времени на перерывы в работе для отдыха и естественных надобностей рабочих в течение смены, ч.

Количество изделий, собираемых в единицу времени, называется *темпом сборки*.

Номинальный темп сборки (шт./мин)

$$t_{\text{н}} = 1 / \tau_{\text{н}}.$$

Действительный темп сборки

$$t_q = 1 / \tau_q.$$

Продолжительность сборки машины (узла) на поточной линии (мин)

$$t = n_{\text{п}} \tau_q,$$

где $n_{\text{п}}$ — число постов на поточной линии.

Время от момента поступления деталей на сборку до выпуска собранной машины (агрегата) называется *циклом сборки* (мин) и определяется по формуле

$$z = \tau_q n_{\text{п}} + (f - 1) \tau_q - \sum n'_{\text{п}} \tau_q,$$

где a — число компонентов узлов, собираемых в запас вне главного потока для бесперебойной работы поточной линии; $\sum n'_{\text{п}} \tau_q$ — число постов, на которых время выполнения одних сборочных операций перекрывается временем выполнения других операций. Например, на одном сборочном посту выполняются две операции длительностью, равной одному такту и 0,7 такта соответственно. Для этого случая $n'_{\text{п}} = 0,3$.

Скорость непрерывно движущегося конвейера (м/мин)

$$v = l / \tau_q,$$

где l — длина рабочего места, м.

Скорость перемещения собираемого объекта принимают равной 10–15 м/мин при ручном перемещении, до 20 м/мин при перемещении по рольгангу, 30–40 м/мин при использовании транспортных конвейеров, 15–20 м/мин для конвейера периодического действия и 0,25–3,5 м/мин для непрерывного конвейера (меньшее значение скорости выбирают для напольных сборочных конвейеров из условий техники безопасности).

Тип производства определяется сопоставлением такта t_q и ориентировочно установленной средней длительности основных операций сборки $t_{шт.сп.}$. Если $t_q = t_{шт.сп.}$, то производство является поточно–массовым. При этом коэффициент закрепления операций по ГОСТ 3.1108–74

$$K_{з.о.} = O / P = t_q / t_{шт.сп.} = 1.$$

где O — число различных операций; P — число рабочих мест с различными операциям.

Если $t_q > t_{шт.сп.}$, то производство является серийным.

2 Методические указания

В качестве задания на выполнение работы студентам выдается чертеж изделия, спецификация входящих в него сборочных единиц и деталей, а также реальное задание в собранном виде. В задании указывается планируемый объем выпуска изделия. В качестве примера взят масляный насос.

Разработку технологии сборки следует начинать с изучения конструкции изделия и технических требований по его приему. Для работы используется натурный образец собираемого изделия. Действительный такт сборки рассчитывается по приведенной выше формуле, а затем определяется тип производства. Точность сборки в работе обеспечивается методом полной взаимозаменяемости.

На рис. 4 в качестве примера показан сборочный чертеж масляного насоса.

Спецификация сборочных единиц и деталей масляного насоса приведена в таблице.

Разбирая образец (изделие), составляют технологическую схему разборки (от изделия к базовой детали или базовой сборочной единице). Одновременно записывают последовательность разборки. Затем производят обратную операцию — сборку, проверяют правильность записей и вносят в них необходимые коррективы.

При составлении схемы сборки, сначала на листе бумаги (примерно посередине) проводят горизонтальную линию, на левом конце которой в прямоугольнике указывают базовую деталь, а на правом — собранное изделие.

Сверху от линии записываются в технологической последовательности сборки названия всех непосредственно входящих в изделия деталей, снизу — все сборочные единицы, непосредственно входящие в изделия. На схеме сборки в необходимых случаях даются технологические указания, например, «просверлить», «запрессовать» и т.д.

На основании технологической схемы сборки разрабатывается технологический процесс сборки. В операционные карты записывается содержание операций по переходам, где перечисляются сборочные и вспомогательные работы. Нормирование переходов и операции в целом

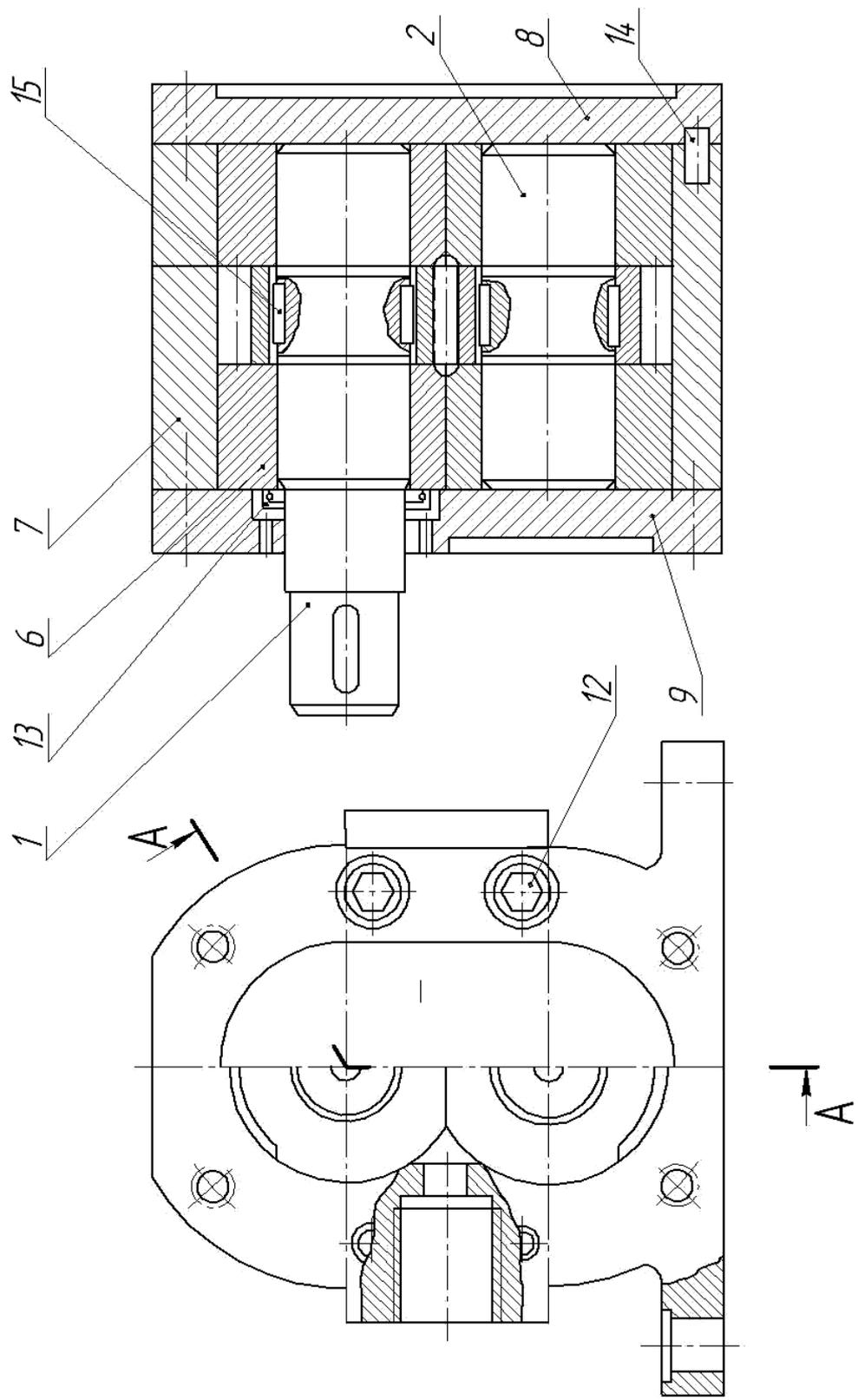


Рис. 4 Сборочный чертеж масляного насоса

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
				<u>Документация</u>		
			03.60.000.00.000.СБ	<u>Сборочный чертеж</u>		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	03.60.000.00.000	Вал	1	
		2	03.60.000.00.000	Ось	1	
				<u>Детали</u>		
		6	03.60.000.00.001	Втулка	4	
		7	03.60.000.00.002	Корпус	1	
		8	03.60.000.00.003	Крышка	1	
		9	03.60.000.00.004	Крышка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		12		Винт М8х20 ГОСТ 11738-88	16	
		13		Манжета 1-20х40-3	1	
				ГОСТ 8752-79		
		14		Штифт 4х10 ГОСТ 3128-88	1	
		15		Шпонка 10х8х36 ГОСТ 8789-	4	

					03.60.000.00.000.СБ			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.		Зеленцов			Насос шестеренчатый Сборочный чертеж	Литер.	Лист	Листов
Пров.		Кожуро				у	1	1
Н. Контр.		Миранович				БГАТУ		
Утв.		Капцевич						

производятся по нормативным данным [6, 7], операционные карты составляются по формам 2 и 2а (ГОСТ 3.1407–74).

3 Последовательность выполнения работы

1. Изучить конструкцию собираемого изделия.
2. Рассчитать действительный такт сборки и определить тип производства.
3. Разработать технологические схемы общей и узловой (на одну сборочную единицу) сборки:
 - а) разобрать изделие на сборочные единицы и детали, одновременно записывая технологическую последовательность разборки;
 - б) собрать изделие, одновременно проверяя правильность записей; при необходимости внести дополнения и изменения в схему сборки.
4. Разработать технологический процесс сборки:
 - а) установить содержание каждой операции путем ее расчленения на переходы;
 - б) пронормировать переходы и операции;
 - в) выбрать оборудование, приспособление и инструмент;
 - г) заполнить все графы операционной карты на одну операцию.
5. Проанализировать технологичность конструкции изделия с точки зрения удобства сборки и обеспечения заданной точности.
6. Проверить собранное изделие на легкость вращения или взаимодействие сопряженных деталей.
7. Составить отчет.

4 Содержание отчета

Название работы.

Содержание задания.

Расчет действительного такта сборки.

Технологическая схема общей сборки.

Технологическая схема узловой сборки.

Операционные карты слесарно–сборочных работ.

Выводы.

5 Контрольные вопросы

1. Почему разработку ТП изготовления машины надо начинать с изучения ее служебного назначения и критического анализа соответствия его техническим требованиям и нормам точности?
2. Как строится технологическая схема сборки машины?
3. С чего начинается общая сборка тракторов, автомобилей и комбайнов?
4. Почему вспомогательным и транспортным операциям при сборке изделий следует уделять такое же внимание, как и сборочным?

5. Какие организационные формы сборки вы знаете?
6. Каким должно быть основное направление работ, обеспечивающих снижение трудоемкости сборочных операций?
7. Что содержит и как строится схема сборки?

6 Необходимое оборудование, оснастка и материалы

1. Сборочный стол	1 шт.
2. Приспособление для сборки	1 шт.
3. Набор щупов №2 (ГОСТ 882–84)	1 шт.
4. Гаечные ключи	1 комплект
5. Молоток 0,5 кг	1 шт.
6. Отвертка	1 шт.
7. Натурный образец изделия в сборе	1 шт.
8. Сборочный чертеж изделия, технические требования и спецификация изделия	1 комплект
9. Операционные карты (ГОСТ 3.1407–74):	
Форма 2	1 шт.
Форма 2а	1 шт.

Литература

1. Технология сельскохозяйственного машиностроения : учеб. пособие / Л.М. Кожуро [и др.] ; под ред. Л.М. Кожуро. — Мн.: Новое знание, 2006. — 512 с.
2. Проектирование технологических процессов сборки машин : учебник / А.А. Жолобов [и др.] ; под общ. ред. А.А. Жолобова. — Мн.: Новое знание, 2005. — 410 с.
3. Новиков, М.П. Основы технологии сборки машин и механизмов / М.П. Новиков. — Мн.: Машиностроение, 1980. — 592 с.
4. Машиностроение : энцикл. Т. III / Ю.М. Соломенцев [и др.] : под общ. ред. Ю.М. Соломенцева. — М.: Машиностроение, 2000. — 780 с.
5. Проектирование технологических процессов в сельскохозяйственном машиностроении / Л.М. Кожуро, А.В. Миранович, В.В. Тризна. — Мн.: БГАТУ, 2003. — 190 с.
6. Общемашиностроительные нормативы времени на слесарно-сборочные и слесарные работы по сборке машин. Массовое и крупносерийное производство. — М.: Машиностроение, 1973. — 148 с.
7. Общемашиностроительные нормативы на слесарную обработку и слесарно-сборочные работы по сборке. Мелкосерийное и единичное производство. — М.: Машиностроение, 1974. — 142 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «Проектирование технологического процесса сборки».....	3
1 Основные положения технологии сборки машин.....	3
2 Методические указания.....	10
3 Последовательность выполнения работы.....	13
4 Содержание отчета.....	13
5 Контрольные вопросы.....	13
6 Необходимое оборудование, оснастка и материалы.....	14
Литература.....	14