



## Введение

В наши дни в современных условиях ведения хозяйства необходимо увеличивать темпы технического перевооружения сельского хозяйства. В связи с этим, важное значение имеет повышение надежности машин, а также повышение уровня их технического обслуживания и ремонта. Однако с ростом стоимости техники существенно растут и затраты на ее ремонт.

Наиболее важный фактор по снижению затрат – высокое качество, как капитального ремонта, так и текущего ремонта машин.

В хозяйствах после капитального ремонта эксплуатируется более 50% тракторов и 75% двигателей, что вызывает высокую потребность в ремонтно-обслуживающем производстве.

Улучшением качества ремонтных работ можно добиться, с одной стороны – за счет модернизации устаревшего оборудования и совершенствования технологий ремонта, а с другой – за счет ремонта многомарочных агрегатов и машин, имеющих схожие дефекты.

В системе мер по снижению затрат на ремонт важное значение имеет процесс восстановления изношенных деталей, так как это позволяет снизить себестоимость ремонта за счет сокращения затрат на запасные части.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					3

## 1. Анализ условий работы узла

Коробка передач предназначена для изменения: крутящего момента на ведущих колесах, скорости и направления движения при постоянной частоте вращения коленчатого вала, а также для длительной остановки машины при работающем дизеле. Силу тяги на крюке и скорость движения меняют за счет изменения передаточного числа трансмиссии, для чего в зацепление вводят соответствующие шестерни коробки передач. Эта основная функция коробки передач характеризуется количеством ступеней и их передаточными числами.

Коробка передач трактора МТЗ - 100 — механическая с гидравлическим механизмом переключения передач на ходу. Она обеспечивает получение 16 передач переднего и 8 заднего хода. Это достигается четырьмя диапазонами с четырьмя фрикционными муфтами переднего хода и двумя диапазонами с такими же муфтами заднего хода.

Редукторная часть коробки передач состоит из соосных первичного 13 (рис. 2.1), вторичного 28 и полого промежуточного 37 валов, дополнительного вала-шестерни 30 и вала пониженных передач и заднего хода 5 (рис. 2.2).

Вал пониженных передач и заднего хода установлен в корпусе коробки на двух подшипниках (см. рис. 2.2). На нем установлены ведущая шестерня 1, шестерня 2 ведомая ходоуменьшителя, ведущая шестерня I и II диапазонов 3 и ведущая шестерня заднего хода 7. На шлицах вала расположена втулка с наружными и внутренними шлицами и установленной на ней шестерней ходоуменьшителя. Ведомая шестерня 2 закреплена на валу с помощью бронзовой втулки. При отсутствии ходоуменьшителя шестерня соединена с валом шлицами шестерни, зафиксированной в этом положении стопорным кольцом на втулке. Шестерни вала 5 вместе с подшипниками затянуты на нем гайками. В валу выполнены осевое и радиальные сверления для подвода смазки (под давлением) к подшипникам и втулке.

Вал пониженных передач и заднего хода работает в условиях динамических нагрузок и достаточной смазки. Вал испытывает скручивающие напряже-

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

ния. Поверхности вала под втулку, под шестерни и под подшипники подвержены абразивному износу.

Основные неисправности вала:

- 1 – износ зубьев (крайних) по толщине;
- 2 – износ зубьев (средних) по толщине;
- 3 – износ поверхности под втулку;
- 4 – износ шлицев по толщине;
- 5 – износ поверхности под ведущую шестерню;
- 6 – повреждение резьбы;
- 7 – износ поверхности под роликоподшипник;
- 8 – износ поверхности под роликоподшипник.

Характеристики детали:

Материал детали – Сталь 20ХГТ ГОСТ 4543-71;

Масса детали – 4,58 кг;

Твердость детали – 170...241 НВ.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						5

## 2. Проектирование технологического процесса разборки узла

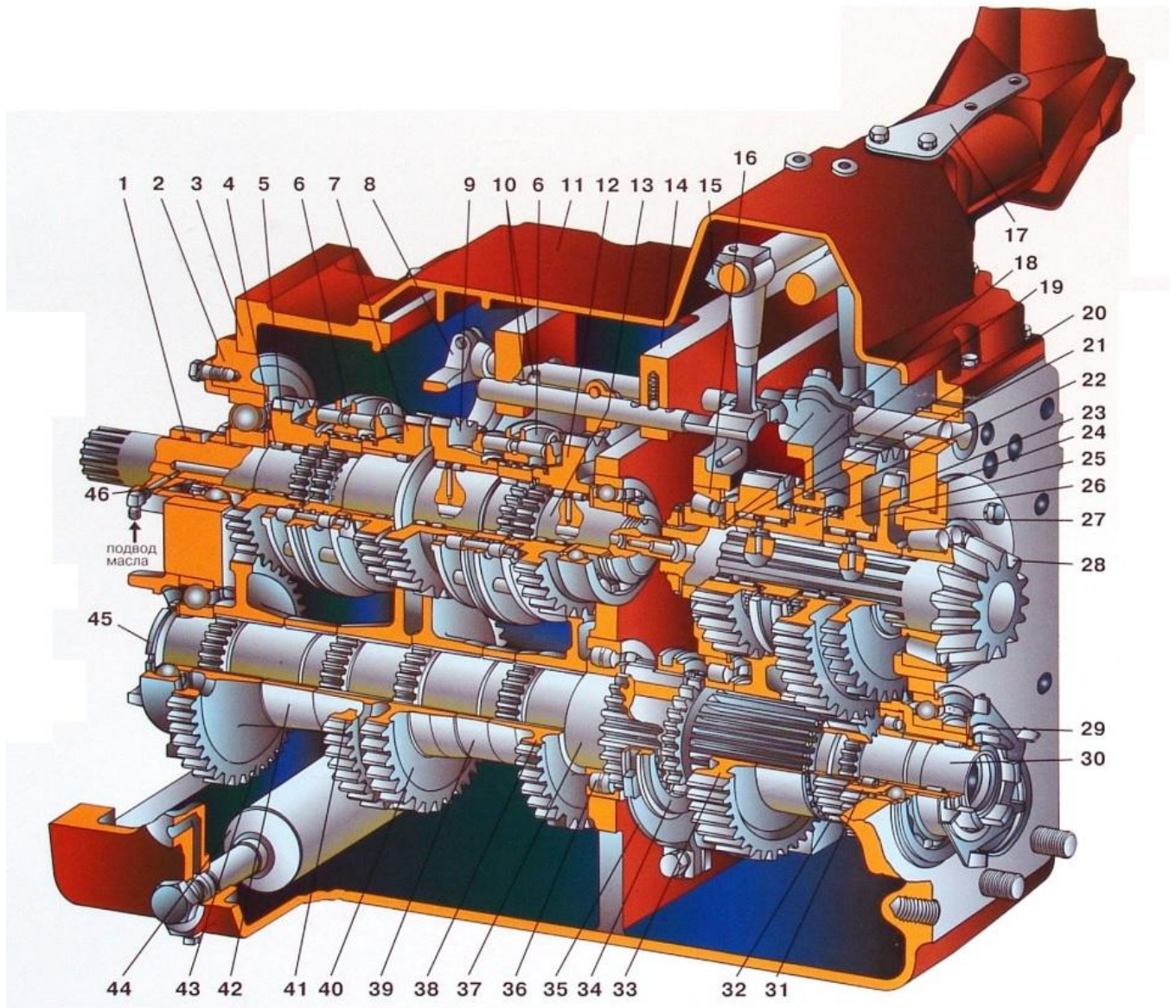


Рисунок 2.1 – Коробка передач трактора МТЗ-100

1 – втулка подвода масла; 2 – стакан подшипника; 3 – корпус коробки передач; 4 – подшипник роликовый; 5 – шестерня ведущая I передачи; 6 – синхронизатор; 7 – шестерня ведущая II передачи; 8 – вилка; 9 – шестерня ведущая III передачи; 10 – шарики блокировки; 11 – крышка коробки передач с механизмом переключения; 12 – шестерня ведущая IV передачи; 13 – вал первичный; 14 – корпус; 15 – рычаг; 16 – подшипник конический; 17 – кронштейн; 18 – вилка переключения; 19 – шайба регулировочная; 20 – шайба ограничительная; 21 – шестерня ведомая высокого диапазона; 22, 23 – муфта зубчатая; 24 – прокладки регулировочные; 25 – шестерня ведомая высокого диапазона; 26 – шестерня ведущая переднего ве-

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

дущего моста и синхронного ВОМ; 27 – стакан подшипника; 28 – вал вторичный; 29 – кольцо стопорное; 30 – дополнительный вал с двумя шлицевыми венцами; 31 – шестерня привода синхронного ВОМ; 32 – шестерня ведущая III диапазона; 33 – шестерня ведущая IV диапазона; 34 – муфта зубчатая; 35 – вилка зубчатой муфты; 36 – подшипник промежуточного вала; 37 – вал промежуточный; 38 – шестерня ведомая IV передачи; 39 – втулка дистанционная; 40 – шестерня ведомая III передачи; 41 – шестерня ведомая II передачи; 42 – втулка промежуточная; 43 – шестерня ведомая I передачи; 44 – фильтр грубой очистки; 45, 46 – гайка стяжная.

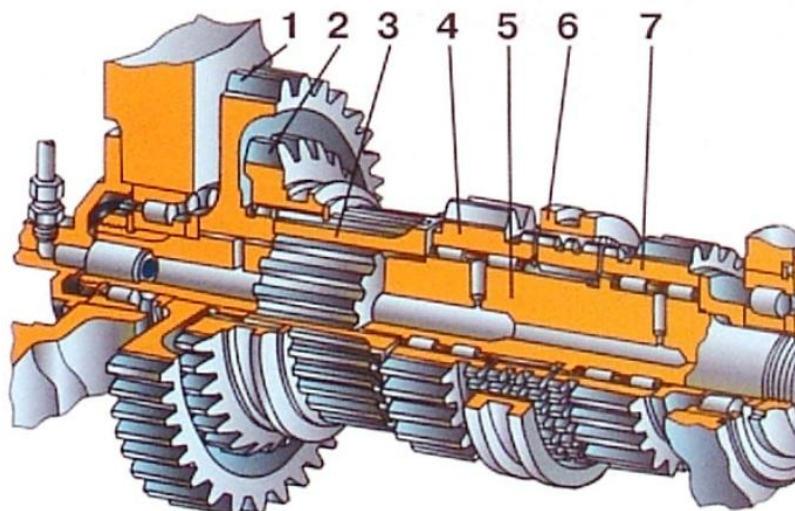


Рисунок 2.2 – Вал пониженных передач и заднего хода коробки передач трактора МТЗ-100

1 – шестерня ведущая, 2 – шестерня ведомая ходоуменьшителя; 3 – втулка шлицевая; 4 – шестерня ведущая I и II диапазонов; 5 – вал пониженных передач и заднего хода; 6 – муфта зубчатая; 7 – шестерня ведущая заднего хода.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						7

Разборка узла для вала пониженных передач и заднего хода производится в следующем порядке:

- слить масло из коробки передач;
- снять кабину трактора;
- отвернуть от корпуса трансмиссии маслопроводы системы смазки;
- разъединить тягу управления ПВМ, отвернуть болты крепления, снять раздаточную коробку привода ПВМ;
- отвернуть болты крепления, снять с корпуса коробки передач 3 (рис. 2.1) крышку коробки передач 11 в сборе с механизмом переключения;
- отвернуть болты крепления корпуса коробки передач 3 к корпусу заднего моста;
- отвернуть болты крепления, снять крышку механизма управления редуктором с верхней плоскости корпуса сцепления, отвернуть болты крепления корпуса сцепления к корпусу коробки передач 3;
- расстыковать трактор по разъемам «корпус сцепления – корпус коробки передач – корпус заднего моста»;
- отвернуть болты крепления, снять с коробки передач корпус вилок переключения в сборе с вилками;
- отвернуть болты крепления пластины, снять стопорную пластину вала 5 (рис. 2.2), отвернуть с вала пониженных передач и заднего хода 5 гайку, снять стопорное кольцо;
- отвернуть накидную гайку, отсоединить маслопровод подачи масла к валу 5, отвернуть болты крепления стакана, снять стакан, извлечь дроссель;
- при помощи выколотки выдвинуть вал 5 и передний подшипник вала вперед, демонтировать подшипник из корпуса коробки передач;
- отвернуть болты крепления, снять крышку левого люка с корпуса коробки передач, извлечь вал 5 в сборе из корпуса;
- снять с вала 5 ведущую шестерню заднего хода 7 и зубчатую муфту 6;
- отвернуть с вала 5 гайку, снять второй роликовый подшипник, ведущую шестерню 1, ведомую шестерню ходоуменьшителя 2 и шлицевую втулку 3.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					8

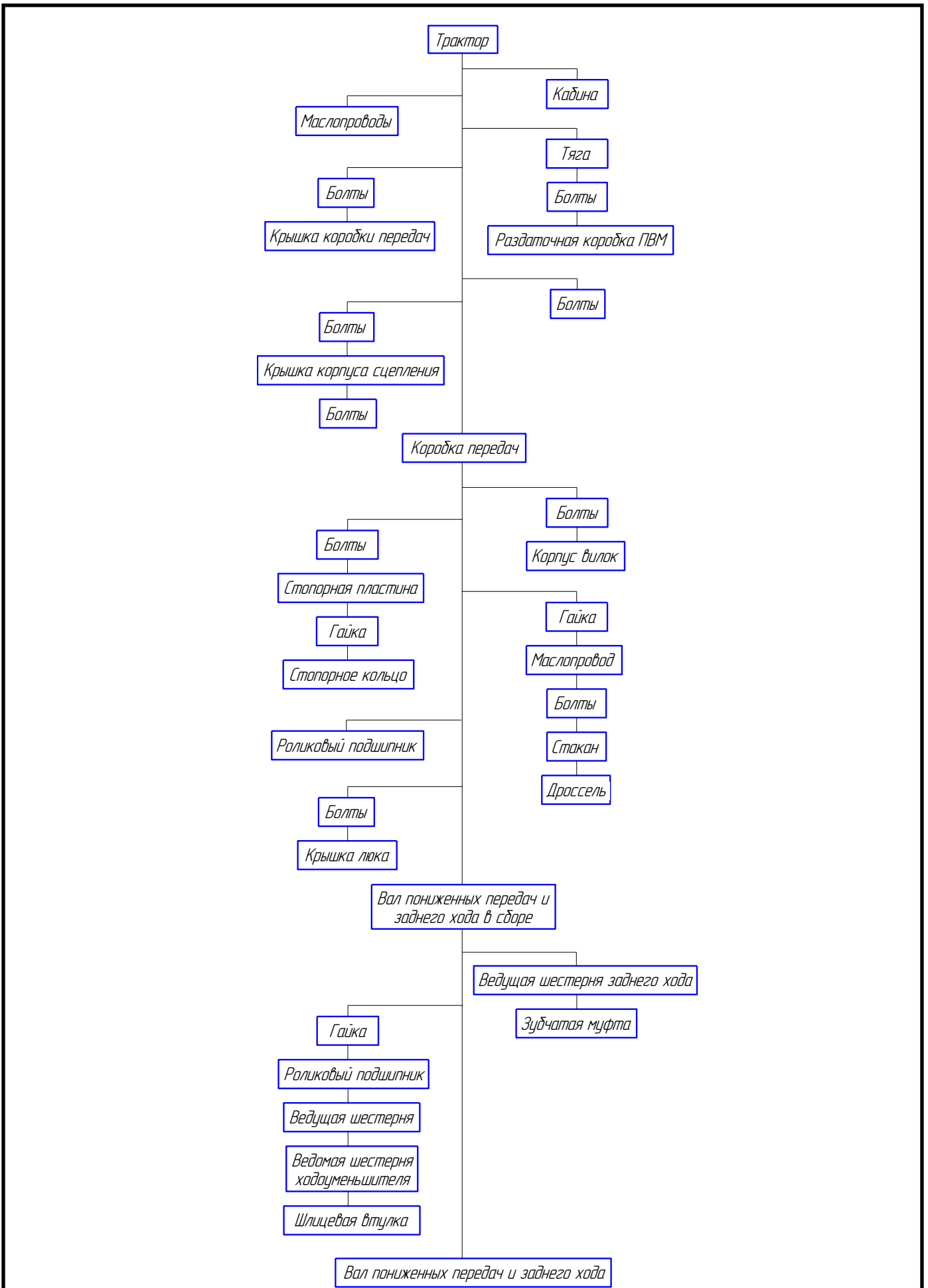


Рисунок 2.3 – Структурная схема разборки узла

					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	9



### 3. Исследование износов и других дефектов детали

После очистки детали производят ее дефектацию.

Визуальным осмотром и с помощью резьбового калибра проверяют состояние резьбы. При наличии недопустимых повреждений (вмятин, забоин, выкрашивания или срыва витков) резьбу восстанавливают следующим образом: протачивают изношенную резьбу, производят наплавку металла в среде углекислого газа, протачивают и нарезают резьбу номинального размера.

Далее измеряют толщину зубьев с помощью штангензубомера ШЗ 1-18. При износе зубьев более допустимой величины вал бракуется.

Далее измеряют диаметры поверхностей вала под втулку, под ведущую шестерню I и II диапазонов и под подшипники микрометрами МК 50-2 и МК 100-2. В случае износа какой-либо поверхности более допустимой величины вал восстанавливают нанесением гальванического покрытия (хромированием или осталиванием) или автоматической наплавкой (в среде углекислого газа или вибродуговой) с последующей механической обработкой до номинального размера обтачиванием на токарном станке с окончательным (чистовым) шлифованием на кругло-шлифовальном станке 3М151 или подобном.

Далее измеряют толщину шлицев вала микрометром МК 25-2. При недопустимом износе шлицев по толщине вал восстанавливают нанесением металла электролитическим методом или наплавкой с последующим фрезерованием (или шлифованием) боковой поверхности шлицев до номинальной толщины на горизонтально-фрезерном станке дисковой фрезой (на плоскошлифовальном станке).

Расчет толщины слоя, который необходимо нанести на поверхность вала под втулку ведущей шестерни.

Мы будем восстанавливать поверхность вала до номинального размера, следовательно, мы должны нанести слой с учетом механической обработки до и после покрытия:

$$h = I/2 + z_1 + z_2, \text{ мм} \quad [6, \text{ стр. 29}]$$

где  $I = 0,52$  мм – износ поверхности детали, мм,

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

$z_1$  – припуск на сторону на предварительное шлифование до покрытия. По [6, стр. 29]  $z_1 = 0,1 \dots 0,3$  мм. Примем  $z_1 = 0,1$  мм

$z_2$  – припуск на сторону на окончательное (чистовое) шлифование. По [6, табл. П.4.2] принимаем  $z_2 = 0,1$  мм.

$$h = 0,52/2 + 0,1 + 0,1 = 0,46 \text{ мм}$$

#### 4. Обоснование рационального способа восстановления детали

Для правильного выбора рационального способа необходимо рассмотреть несколько критериев оценивающих достоинства и недостатки различных способов.

##### 4.1 Технологический критерий

Так как для восстановления поверхности детали необходимо нанести слой металла 0,46 мм, то для восстановления размеров пригодны несколько способов нанесения покрытий (восстановления размеров), а именно: оставление, хромирование.

##### 4.2 Технический критерий

Он оценивает способ, устранения износов с точки зрения восстанавливаемых размеров и свойств поверхности. Сущность оценки по данному критерию заключается в комплексной оценке по значению коэффициента долговечности.

$$k_d = k_i \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_n$$

где,  $k_i$  – коэффициент износостойкости;  $k_b$  – коэффициент выносливости;  $k_c$  – коэффициент сцепляемости;  $k_n$  – поправочный коэффициент, учитывающий фактическую работоспособность восстанавливаемой детали в условиях эксплуатации,  $k_n = 0,8 \dots 0,95$ .

Коэффициенты  $k_i$ ,  $k_b$ ,  $k_c$  берутся из [6, табл. 4.1].

Рассмотрим значения коэффициента долговечности для различных способов восстановления:

Осталивание:

$$k_d = 0,91 \cdot 0,82 \cdot 0,65 \cdot 0,9 = 0,44$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Хромирование:

$$k_d = 1,67 \cdot 0,97 \cdot 1,82 \cdot 0,9 = 2,65$$

По физическому смыслу коэффициент долговечности пропорционален сроку службы детали в эксплуатации. В итоге рациональным способом будет тот способ, у которого  $k_d$  больше, т.е. при хромировании.

#### 4.3 Техничко-экономический критерий

Этот критерий связывает стоимость восстановления детали с долговечностью детали после восстановления.

$$k_T = C_v/k_d$$

где,  $C_v$  – удельная себестоимость восстановления детали, руб./м<sup>2</sup> [6, табл. 4.1];  
 $k_T$  – коэффициент технико-экономической эффективности.

Рассмотрим значение  $k_T$  применительно к возможным способам восстановления.

Осталивание:

$$k_T = 30,2/0,44 = 68,6 \text{ руб/м}^2$$

Хромирование:

$$k_T = 88,6/2,65 = 33,4 \text{ руб/м}^2$$

Из результатов расчета видно, что самым дешевым способом является хромирование. Примем его как метод восстановления поверхности шкива под сальник.

### 5. Проектирование технологического процесса восстановления детали

Технологический процесс восстановления вала пониженных передач и заднего хода включает в себя следующие операции:

- разборка узла;
- очистка детали;
- дефектация детали;
- предварительное шлифование поверхности вала под втулку;
- хромирование поверхности вала;

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

- чистовое шлифование поверхности вала;
- контроль размера;
- сборка узла.

### 5.1 Норма времени на разборку

$$T_H = 1,2 \cdot T_{оп}, \text{ мин} \quad [5, \text{ стр. 124}]$$

где  $T_{оп}$  – оперативное время, мин;

$$T_{оп} = T_o + T_B, \text{ мин}$$

где  $T_o$  – основное время, мин;

$T_B$  – вспомогательное время, мин;

$$T_{оп} = 46 \text{ мин}$$

$$T_H = 1,2 \cdot 46 = 55,2 \text{ мин}$$

### 5.2 Очистка детали

Мойка детали осуществляется в моечной машине ОМ-4610

Метод мойки: струйный, давление 0,4...0,5 МПа;

Моющие средства: МС-8, концентрация 20 г/л;

Рабочая температура растворов: 75 — 85°C;

Норма времени мойки:  $T_H = 8$  мин. [2, табл. 26]

### 5.3 Норма времени на дефектацию

Замер производится с помощью микрометра типа МК 50-2 в двух поясах во взаимно перпендикулярных плоскостях. Определяется максимальный износ поверхности шкива под сальник.

$$T_{оп} = 7 \text{ мин} \quad [5, \text{ табл. 205}]$$

$$T_H = 1,2 \cdot 7 = 8,4 \text{ мин}$$

### 5.4 Предварительное шлифование перед хромированием

Станок: круглошлифовальный станок 3М151.

Вспомогательный инструмент: хомут, центры вращающиеся.

Режущий инструмент: шлифовальный круг 400×25×203 ПП 25А 32 С2 7 К 35 м/с ГОСТ 2424-83.

#### 5.4.1 Установить заготовку в центрах с хомутиком и закрепить.

Вспомогательное время на установку и снятие детали массой до 5 кг по [5, стр. 77, табл. 43]  $T_B = 0,62$  мин.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

#### 5.4.2 Шлифовать поверхность 1 предварительно

Метод шлифования: продольное.

Расчётная длина:  $l_p = 45$  мм.

Припуск на обработку:  $h_{\text{пш}} = 0,1$  мм.

Расчётный диаметр:

$$d_p = d_n - I - 2 \cdot h_{\text{пш}} = 41,95 - 0,52 - 2 \cdot 0,1 = 41,23 \text{ мм}$$

где  $d_n = 42^{+0,050}_{-0,089}$  мм – номинальный диаметр. Примем  $d_n = 41,95$  мм.

Глубина шлифования на проход:

$t = 0,01 \dots 0,025$  мм на проход – для чернового шлифования [6, стр. 40].

Принимаем паспортное значение  $t = 0,02$  мм/об.

Число проходов:

$$i = h_{\text{пш}}/t = 0,1/0,02 = 5 \quad [6, \text{стр. 41}]$$

Продольная подача:

$$S = S_d \cdot B_k, \text{ мм/об} \quad [6, \text{стр. 41}]$$

где  $S_d$  - продольная подача в долях ширины круга на один оборот детали;  $B_k$  – ширина шлифовального круга ( $B_k = 25$  мм);  $S_d = 0,5 \dots 0,7$  – при черновом шлифовании деталей из любых материалов, диаметром больше 20 мм.

$$S = 0,6 \cdot 25 = 15 \text{ мм/об}$$

Окружная скорость детали:

$v_d = 20 \dots 80$  м/мин - для чернового шлифования [6, стр. 41]. Принимаем  $v_d = 30$  м/мин.

Число оборотов детали (расчётное значение):

$$n_p = 1000 \cdot v_p / \pi \cdot d_p, \text{ мин}^{-1} \quad [6, \text{стр. 37}]$$

$$n_p = 1000 \cdot 30 / 3,14 \cdot 41,23 = 231,7 \text{ мин}^{-1}$$

Принимаем паспортное значение  $n_d = 200 \text{ мин}^{-1}$ .

Действительное значение скорости детали:

$$v = n \cdot \pi \cdot d_p / 1000, \text{ м/мин}$$

$$v = 200 \cdot 3,14 \cdot 41,23 / 1000 = 25,9 \text{ м/мин}$$

Скорость продольного перемещения стола:

$$V_{\text{ст}} = S \cdot n_d / 1000 = 15 \cdot 200 / 1000 = 3 \text{ м/мин} \quad [6, \text{стр. 41}]$$

Число оборотов шлифовального круга: для выбранного круга

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

400×25×203 ПП 25А 25 С2 7 К 35 м/с принимаем паспортное значение  $n_{кр} = 1540 \text{ мин}^{-1}$ .

Основное время шлифования:

$$T_o = L \cdot i \cdot K / (n_d \cdot S), \text{ мин [6, стр. 41]}$$

где  $L$  – длина продольного хода стола, которая определяется по формуле:

$$L = l_p + (0,2 \dots 0,4) \cdot B_k$$

$$L = 45 + 0,4 \cdot 25 = 55 \text{ мм}$$

$K$  – коэффициент точности (коэффициент выхаживания). При черновом шлифовании  $K = 1,2$ .

$$T_o = 55 \cdot 5 \cdot 1,2 / (200 \cdot 15) = 0,11 \text{ мин}$$

Вспомогательное время, связанное с проходом по [5, стр. 123, табл. 91]

$$T_b = 1,0 \text{ мин.}$$

Суммарное вспомогательное время:

$$T_b = 0,62 + 1,0 = 1,62 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_o + T_b = 0,11 + 1,62 = 1,73 \text{ мин}$$

Дополнительное время:

$$T_d = K \cdot T_{оп} / 100 \quad [5, \text{стр. 47, табл. 7}]$$

где  $K = 9 \%$  - доля дополнительного времени от оперативного

$$T_d = 9 \cdot 1,73 / 100 = 0,16 \text{ мин}$$

Норма времени:

$$T_n = T_{оп} + T_d + T_{пз} / n \quad [6, \text{стр. 39}]$$

где  $T_{пз}$  – подготовительно-заключительное время на операцию. Принимаем равным  $T_{пз} = 14 \text{ мин}$  [6, стр. 40]

$n$  – количество деталей в партии. Принимаем равным  $n=10$  шт. [6, стр. 40]

$$T_n = 1,73 + 0,16 + 14/10 = 3,29 \text{ мин}$$

### 5.5 Определение режимов гальванического покрытия

Состав электролита: хромовый ангидрид – 200 г/л, серная кислота – 20 г/л, вода [7].

Температура электролита – 50 °С [7].

Ток:

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					15

$$I = D_k \cdot F_k, \text{ А}$$

где,  $D_k$  – катодная плотность тока А/дм<sup>2</sup> (определяется условиями работы детали, видом покрытия, температурой и концентрацией электролита). При хромировании принимают  $D_k = (50...75)$  А/дм<sup>2</sup>; примем  $D_k = 60$  А/дм<sup>2</sup> [7];  $F_k$  – площадь покрываемой поверхности, дм<sup>2</sup>.

$$F_k = \pi \cdot d \cdot l, \text{ дм}^2$$

где,  $d = 0,42$  дм – диаметр покрываемой поверхности;  $l = 0,45$  дм – длина покрываемой поверхности.

$$F_k = 3,14 \cdot 0,42 \cdot 0,45 = 0,59 \text{ дм}^2$$

$$I = 60 \cdot 0,59 = 35,4 \text{ А}$$

Норма времени:

$$T_n = (t_0 + t_1) \cdot k_{пз} / (n_d \cdot \eta_u), \text{ ч}$$

где,  $t_0$  – продолжительность электролитического осаждения металлов в ванне, ч;  $t_1$  – время на загрузку и выгрузку деталей ( $t_1 = 0,1...0,2$  ч);  $k_{пз}$  – коэффициент, учитывающий дополнительное и подготовительно-заключительное время (при работе в одну смену  $K_{пз} = 1,1...1,2$ ; в две смены-  $K_{пз} = 1,03...1,05$ );  $n_d$  – число деталей, одновременно наращиваемых в ванне (для учебных целей можно принять  $10...40$ ), примем  $n_d = 10$  шт.;  $\eta_u$  – коэффициент использования ванны ( $\eta_u = 0,8...0,95$ ).

Время выдержки деталей в ванне:

$$t_0 = (1000 \cdot h \cdot \gamma) / (C \cdot D_k \cdot \eta_v), \text{ ч}$$

где,  $h = 0,46$  мм – толщина наращиваемого слоя;  $\gamma$  – плотность осажденного металла, г/см<sup>3</sup> (для хромирования  $\gamma = 6,9$ );  $C$  – электрохимический эквивалент, г/А·ч (для хромирования  $C = 0,323$ );  $\eta_v$  – выход металла по току (для хромирования  $12...15$  %), примем  $\eta_v = 14$  %.

$$t_0 = (1000 \cdot 0,46 \cdot 6,9) / (0,323 \cdot 60 \cdot 14) = 11,7 \text{ ч}$$

$$T_n = (11,7 + 0,15) \cdot 1,1 / (10 \cdot 0,9) = 1,448 \text{ ч}$$

## 5.6 Окончательное шлифование после хромирования

Станок: круглошлифовальный станок 3М151.

Вспомогательный инструмент: хомут, центры вращающийся.

Режущий инструмент: шлифовальный круг 400×25×203 ПП 25А 16 СМ 7

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

К1А 35 м/с ГОСТ 2424-83.

**5.6.1** Установить деталь в центрах с хомутиком и закрепить. Вспомогательное время на установку и снятие детали массой до 5 кг по [5, стр. 77, табл. 43]  $T_b = 0,62$  мин.

**5.6.2** Шлифовать поверхность 1 чисто

Метод шлифования: продольное.

Расчётная длина:  $l_p = 45$  мм.

Припуск на обработку:  $h_{\text{чш}} = 0,1$  мм.

Расчётный диаметр:  $d_p = 42^{+0,050}_{-0,089}$  мм. Примем  $d_p = 41,95$  мм.

Глубина шлифования на проход:

$t = 0,005 \dots 0,015$  мм на проход – для чистового шлифования [6, стр. 40].

Принимаем паспортное значение  $t = 0,005$  мм/об.

Число проходов:

$$i = h_{\text{чш}}/t = 0,1/0,005 = 20 \quad [6, \text{стр. 41}]$$

Продольная подача:

$$S = S_d \cdot B_k, \text{ мм/об} \quad [6, \text{стр. 41}]$$

где  $S_d$  - продольная подача в долях ширины круга на один оборот детали;  $B_k$  – ширина шлифовального круга ( $B_k = 25$  мм).

$S_d = 0,2 \dots 0,3$  – при чистовом шлифовании деталей из любых материалов.

$$S = 0,2 \cdot 25 = 5 \text{ мм/об}$$

Окружная скорость детали:

$V_d = 2 \dots 10$  м/мин - для чистового шлифования [6, стр. 41]. Примем  $V_d = 8$  м/мин.

Число оборотов детали (расчётное значение):

$$n_p = 1000 \cdot v_p / \pi \cdot d_p, \text{ мин}^{-1} \quad [6, \text{стр. 37}]$$

$$n_p = 1000 \cdot 8 / 3,14 \cdot 41,95 = 60,73 \text{ мин}^{-1}$$

Принимаем паспортное значение  $n_d = 50 \text{ мин}^{-1}$ .

Действительное значение скорости резания:

$$V_d = n \cdot \pi \cdot d_p / 1000, \text{ м/мин}$$

$$V_d = 50 \cdot 3,14 \cdot 42 / 1000 = 6,6 \text{ м/мин}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17



Скорость продольного перемещения стола:

$$V_{ст} = S \cdot n_d / 1000 = 5 \cdot 50 / 1000 = 0,25 \text{ м/мин} \quad [6, \text{ стр. 41}]$$

Число оборотов шлифовального круга: для выбранного круга 400×25×203 ПП 25А 16 СМ 7 К1А 35 м/с принимаем паспортное значение  $n_{кр} = 1540 \text{ мин}^{-1}$ .

Основное время шлифования:

$$T_o = L \cdot i \cdot K / (n_d \cdot S), \text{ мин} \quad [6, \text{ стр. 41}]$$

где  $L$  – длина продольного хода стола, которая определяется по формуле:

$$L = l_p + (0,2 \dots 0,4) \cdot B_k$$

$$L = 45 + 0,4 \cdot 25 = 55 \text{ мм}$$

$K$  – коэффициент точности (коэффициент выхаживания). При чистовом шлифовании принимаем  $K = 1,5$ .

$$T_o = 55 \cdot 20 \cdot 1,5 / (50 \cdot 5) = 6,6 \text{ мин}$$

Вспомогательное время, связанное с проходом по [5, стр. 123, табл. 91]

$$T_b = 1,0 \text{ мин.}$$

Суммарное вспомогательное время:

$$T_b = 0,62 + 1,0 = 1,62 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_o + T_b = 6,6 + 1,62 = 8,22 \text{ мин}$$

Дополнительное время:

$$T_d = K \cdot T_{оп} / 100 \quad [5, \text{ стр. 47, табл. 7}]$$

где  $K = 9 \%$  - доля дополнительного времени от оперативного

$$T_d = 9 \cdot 8,22 / 100 = 0,74 \text{ мин}$$

Норма времени:

$$T_n = T_{оп} + T_d + T_{пз} / n \quad [6, \text{ стр. 39}]$$

где  $T_{пз}$  – подготовительно-заключительное время на операцию. Принимаем равным  $T_{пз} = 14 \text{ мин}$  [6, стр. 40];  $n$  – количество деталей в партии. Принимаем равным  $n=10 \text{ шт.}$  [6, стр. 40].

$$T_n = 8,22 + 0,74 + 14/10 = 10,36 \text{ мин}$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					18

## 5.8 Контроль восстановленных размеров

После восстановления дефектов необходимо перед сборкой проконтролировать полученные в результате обработки размеры.

Контроль производят с помощью микрометра типа МК 50-2, размеры снимаются в двух поясах во взаимно перпендикулярных плоскостях.

$$T_{\text{оп}} = 7 \text{ мин}$$

$$T_{\text{н}} = 1,2 \cdot 7 = 8,4 \text{ мин}$$

## 5.9 Норма времени на сборку узла

$$T_{\text{оп}} = 57 \text{ мин} \quad [5, \text{ стр.154}]$$

$$T_{\text{н}} = 1,2 \cdot 57 = 68,4 \text{ мин}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

## 6. Ожидаемые технико-экономические показатели

### восстановления детали

Расчет проводим по [6].

Ожидаемые технико-экономические показатели оцениваются на основании расчета себестоимости восстановления детали. В общем виде себестоимость (С) определяется по формуле:

$$C = C_{зп} + C_{д} + C_{ом} + C_{соц} + C_{нр}, \text{ руб.}$$

где:  $C_{зп}$  – основная заработная плата рабочих на все виды работ по восстановлению детали, руб.;  $C_{д}$  – цена изношенной детали, приобретаемой в качестве ремфонда, руб.;  $C_{ом}$  – стоимость основных материалов, руб.;  $C_{соц}$  – начисления на зарплату по соцстраху, руб.;  $C_{нр}$  – накладные расходы, руб.

$$C_{зп} = \sum C_{чi} \cdot t_{Hi} \cdot k_t, \text{ руб.}$$

где:  $C_{чi}$  – часовая тарифная ставка рабочих, соответствующая разряду выполняемой операции, руб./ч;  $t_{Hi}$  – норма времени на выполнение  $i$ -й операции, ч;  $k_t$  – коэффициент, учитывающий доплаты за работу по смежной профессии, за мастерство, условия труда, наставничество, сверхурочные и др. ( $k_t = 1,5 \dots 2$ );  $i$  – число операций по восстановлению детали.

Часовая тарифная ставка по первому разряду:

$$C_{ч}^1 = 5205/170 = 30,62 \text{ руб./ч,}$$

где 5205 руб. – минимальный размер оплаты труда; 170 ч – средний месячный фонд рабочего времени.

Часовая тарифная ставка для 3 разряда:

$$C_{ч}^3 = C_{ч}^1 \cdot 1,2;$$

$$C_{ч}^3 = 30,62 \cdot 1,2 = 36,74 \text{ руб.}$$

Расчет основной заработной платы рекомендуется представлять пооперационно по форме таблицы 6.1

Таблица 6.1. Расчет основной заработной платы

№ опер.	Рабочий		Коэф- фициент доплат	Тарифная ставка, руб/ч	Норма вре- мени, ч.	Расценка, руб
	Профессия	разряд				
005	шлифовщик	III	1,5	36,74	0,055	3,03

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

010	гальваник	III	1,5	36,74	0,150	8,27
015	гальваник	III	1,5	36,74	0,100	5,51
020	гальваник	III	1,5	36,74	0,050	2,76
025	гальваник	III	1,5	36,74	0,100	5,51
030	гальваник	III	1,5	36,74	1,448	79,80
035	гальваник	III	1,5	36,74	0,050	2,76
040	гальваник	III	1,5	36,74	0,100	5,51
050	шлифовщик	III	1,5	36,74	0,173	9,53
055	контролер	III	1,5	36,74	0,140	7,72
Итого					2,366	130,39

В курсовом проекте предполагается, что ремфонд не покупается на стороне. Поэтому  $C_d = 0$  руб.

Начисления по соцстраху:

$$C_{\text{соц}} = 0,26 \cdot C_{\text{зп}}, \text{ руб.}$$

$$C_{\text{соц}} = 0,26 \cdot 130,39 = 33,9 \text{ руб.}$$

Стоимость основных материалов:

$$C_{\text{ом}} = N_M \cdot C_M$$

где  $N_M$  – норма расхода материалов на 1 деталь, кг;  $C_M$  – цена материала, руб./кг.

Норма расхода материала

$$N_M = 0,01 \cdot S \cdot h \cdot \rho \cdot k, \text{ кг}$$

где  $F = 0,651 \text{ дм}^2$  – площадь наращиваемой поверхности детали;  $h = 0,4$  мм – толщина покрытия с учетом припуска на обработку (на одну сторону);  $\rho$  – плотность материала,  $\text{г/см}^3$ ;  $k = 1,1 \dots 1,4$  – коэффициент, учитывающий неизбежные потери материала.

$$N_M = 0,01 \cdot 0,59 \cdot 0,46 \cdot 6,9 \cdot 1,2 = 0,022 \text{ кг}$$

$$C_{\text{ом}} = 0,022 \cdot 2000 = 44 \text{ руб.}$$

Накладные расходы

$$C_{\text{нр}} = C_{\text{зп}} \cdot R_{\text{нр}} / 100, \text{ руб.}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

где  $R_{\text{нр}}$  – процент цеховых и общезаводских накладных расходов, он принимается по данным ремонтного предприятия. Для учебных целей можно принять  $R_{\text{нр}} = 200 \dots 250\%$ .

$$C_{\text{нр}} = 130,39 \cdot 220 / 100 = 286,86 \text{ руб.}$$

$$C = 130,39 + 0 + 33,9 + 44 + 286,86 = 495,15 \text{ руб}$$

Экономически целесообразно восстанавливать деталь в том случае, если коэффициент  $A$ , вычисленный по формуле:

$$A = (C_{\text{н}} \cdot H_{\text{в}}) / (H_{\text{н}} \cdot C_{\text{в}})$$

Он больше или равен единице (при условии, что  $H_{\text{в}} = H_{\text{н}}$ ).

Здесь приняты следующие обозначения:

$C_{\text{н}}$ ;  $H_{\text{н}}$  – соответственно стоимость и наработка (ресурс) новой детали;

$C_{\text{в}}$ ;  $H_{\text{в}}$  – соответственно себестоимость и наработка (ресурс) восстановленной детали.

Стоимость новой детали ( $C_{\text{н}}$ ) выбирается по прейскуранту оптовых цен на запасные части или по данным ремонтного предприятия.

Так как при выборе рационального способа восстановления детали уже определен  $K_{\text{д}}$ , то, используя отношение:

$$K_{\text{д}} = H_{\text{в}} / H_{\text{н}}$$

можно записать:

$$H_{\text{в}} = K_{\text{д}} \cdot H_{\text{н}}$$

Тогда:

$$A = k_{\text{д}} \cdot C_{\text{н}} / C_{\text{в}}$$

$$A = 2,65 \cdot 2600 / 495,15 = 13,9$$

Следовательно, восстановление поверхности вала пониженных передач и заднего хода под втулку ведущей шестерни хромированием экономически целесообразно.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

## 7. Проектирование технологического процесса сборки узла

Сборка узла производится в следующем порядке:

- установить на вал 5 (рис. 2.2) шлицевую втулку 3, ведомую шестерню ходоуменьшителя 2, ведущую шестерню 1, установить подшипник, завернуть гайку крепления;
- установить на вал 5 зубчатую муфту 6, ведущую шестерню заднего хода 7;
- установить вал 5 в сборе с шестернями и подшипниками в корпус коробки передач 3 (рис. 2.1), установить на корпус коробки передач крышку левого люка, завернуть болты крепления люка;
- установить на вал пониженных передач и заднего хода передний подшипник, установить подшипники в расточки корпуса коробки передач установить стопорное кольцо, завернуть гайку крепления;
- установить стопорную пластину вала, завернуть болты крепления;
- установить в отверстие вала 5 (рис. 2.2) дроссель, установить стакан, завернуть болты крепления стакана, установить маслопровод, завернуть гайку;
- установить на корпус коробки передач корпус вилок переключения в сборе с вилками;
- соединить корпус коробки передач и корпус сцепления, завернуть болты крепления корпусов, установить крышку механизма управления редуктором на корпус сцепления, завернуть болты крепления крышки;
- соединить корпус коробки передач 3 (рис. 2.1) и корпус заднего моста, завернуть болты крепления корпусов;
- установить на коробку передач крышку коробки 11 в сборе с механизмом переключения, завернуть болты крепления крышки;
- установить на коробку передач раздаточную коробку привода ПВМ, завернуть болты крепления коробки, соединить тягу управления ПВМ;
- подсоединить маслопроводы системы смазки;
- установить на трактор кабину.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Для облегчения установки крышки коробки передач необходимо воспользоваться специальным шаблоном, который устанавливается на штифты верхней плоскости корпуса коробки. При этом в вырезах шаблона должны находиться выступы вилок и поводка рычага. Только при этом условии крышка коробки передач будет свободно устанавливаться на верхнюю плоскость отделения коробки передач при нейтральном положении рычага переключения передач.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

## Список используемой литературы

1. Ксеневиц, И.П. Тракторы «Беларусь» МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л. Техническое описание и инструкции по эксплуатации – Минск: Ураджай, 1977. – 353 с.
2. Бабусенко, С.М. Ремонт тракторов и автомобилей. Учеб. для сред. ПТУ. М.: Колос, 1990. – 392 с.: ил.
3. Курчаткин, В.В., Тельнов, Н.Ф., Ачкасов, К.А. и др. Надежность и ремонт машин /Под ред. В.В. Курчаткина – М.: Колос, 2000. – 776 с.: ил.
4. Серый, И.С., Смелов, А.П., Черкун, В.Е. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1991. – 184 с.: ил.
5. Матвеев, В.А., Пустовалов, И.И. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве – М.: Колос, 1979. – 279 с.
6. Макаров, В.П., Колпаков, А.В. Разработка технологического процесса ремонта узла и восстановления детали. Методические указания. – Н. Новгород: НГСХА, 2008. – 55 с.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25