

## Главный редуктор ВР-450 для перспективного вертолета соосной схемы «Минога»

Внешний вид главного редуктора ВР-450 представлен на рисунках 1-5.

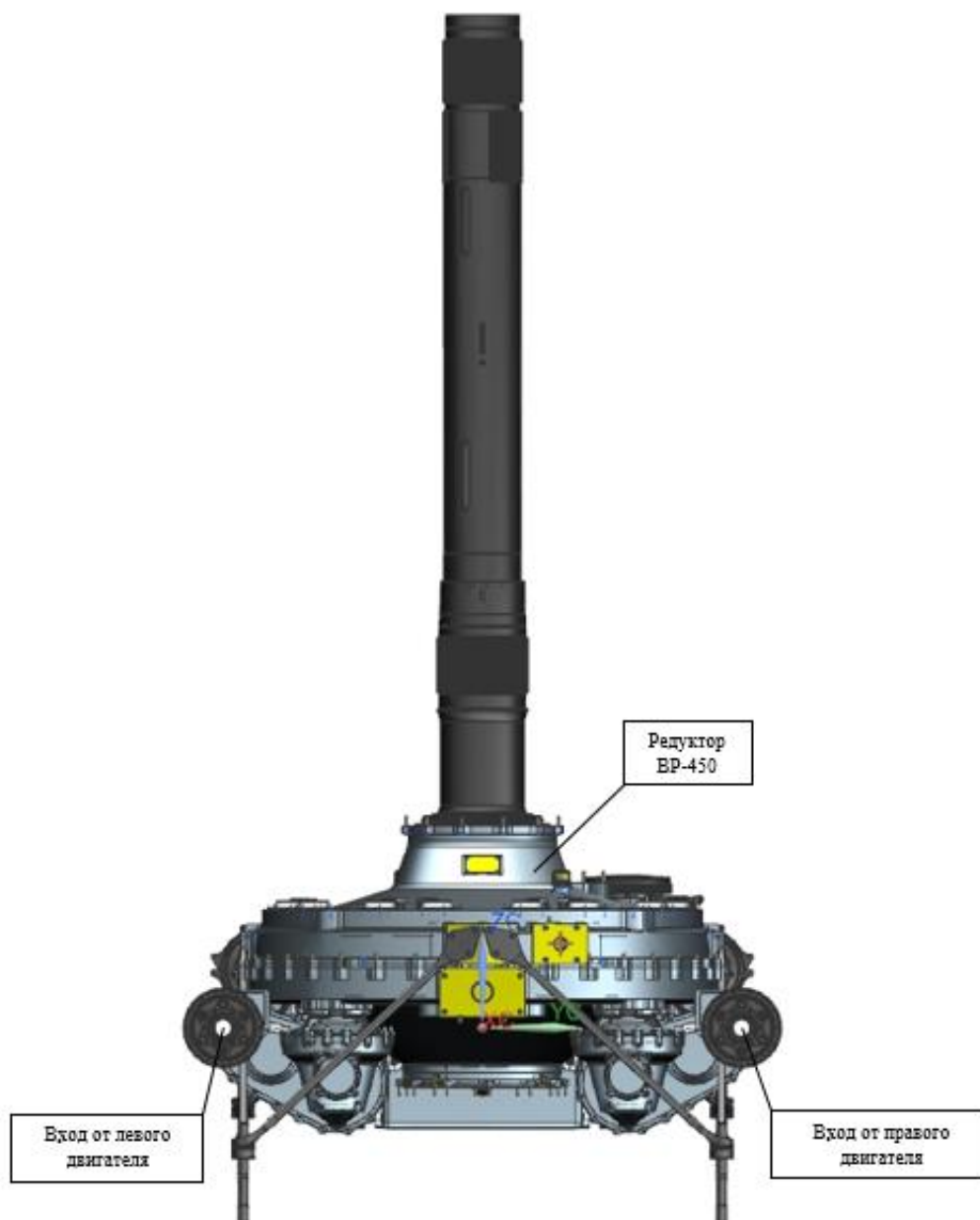


Рисунок 1 – Главный редуктор ВР-450, вид спереди

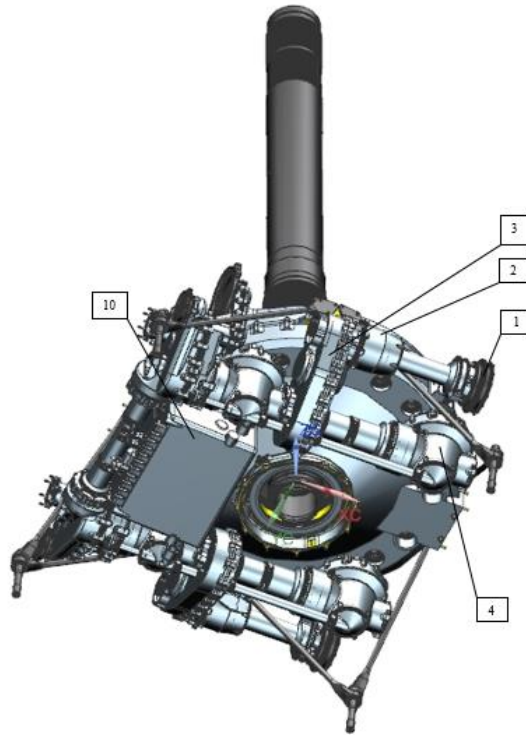


Рисунок 2 – Главный редуктор ВР-450, вид снизу

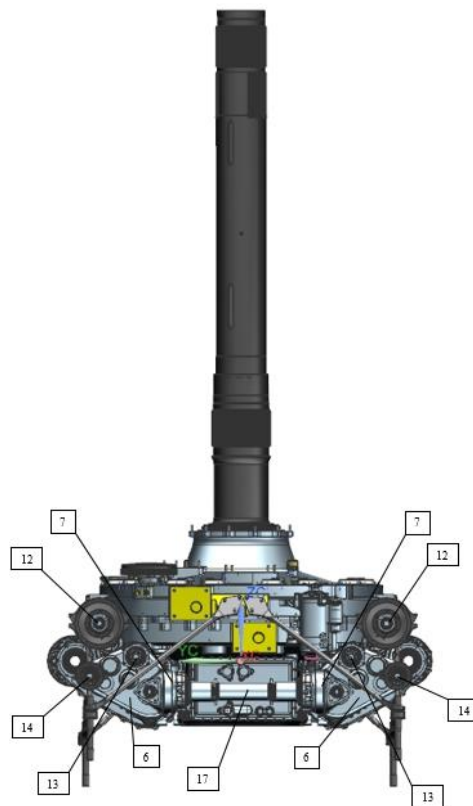


Рисунок 3 – Главный редуктор ВР-450, вид сзади

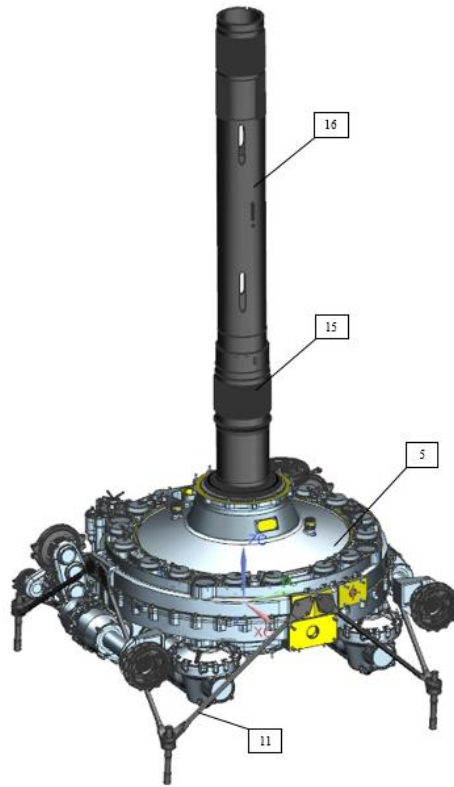


Рисунок 4 – Главный редуктор ВР-450, вид сбоку



Рисунок 5 – Главный редуктор ВР-450, вид сбоку

Главный редуктор ВР-450 предназначен для передачи крутящего момента с соответствующим изменением частоты и направления вращения от двух газотурбинных двигателей ТВ7-117В к нижнему (рис. 4, поз. 15) и верхнему (рис. 4, поз. 16) валам несущих винтов и к приводным вертолетным агрегатам. Максимальная подводимая к редуктору ВР-450 мощность при работе от двух двигателей составляет 2х2800 л.с., при работе от одного двигателя – 1х2750 л.с.

Редуктор ВР-450 включает в себя четыре ступени редукции и состоит из следующих основных узлов:

- двух входных валов с пластинчатыми муфтами и сферическими опорами (рис. 2, поз. 1);
- двух входных редукторов первой ступени редукции (рис. 2, поз. 3) с муфтами свободного хода МСХ (рис. 2, поз. 2);
- четырех конических редукторов второй ступени (рис. 2, поз. 4);
- редуктора центрального третьей и четвертой ступени редукции (рис. 4, поз. 5);
- двух коробок приводов (рис. 3, поз. 6) для установки генераторов (рис. 3, поз. 12), вентиляторов (рис. 3, поз. 13), гидронасосов (рис. 3, поз. 14), с коническими передачами механизма переброса избыточной мощности (рис. 3, поз. 7);
- вала механизма переброса избыточной мощности (рис. 3, поз. 17);
- тормоза несущих винтов (рис. 5, поз. 8);
- маслосистемы (рис. 2, поз. 10);
- подредукторной рамы (рис. 4, поз. 11).

Редуктор выполнен по многопоточной схеме (шестнадцать поточный, по восемь потоков на каждый несущий винт), что позволяет увеличить ресурс подшипников и зубчатых колес. Равномерное распределение мощности по потокам обеспечивается применением шлицевых валов (рессор) с малой крутильной жесткостью. Редуктор имеет модульную конструкцию, что упрощает изготовление и доводку, а также массу редуктора.

Конструктивной особенностью является большое передаточное число в последней ступени ( $i=11,25$ ). Фрезерованные корпуса изготавливаются из коррозионностойкого алюминиевого сплава АК4-1, что дает преимущество для эксплуатации в морском климате.

1.1 Кинематическая схема редуктора ВР-450 представлена на рисунке 6.

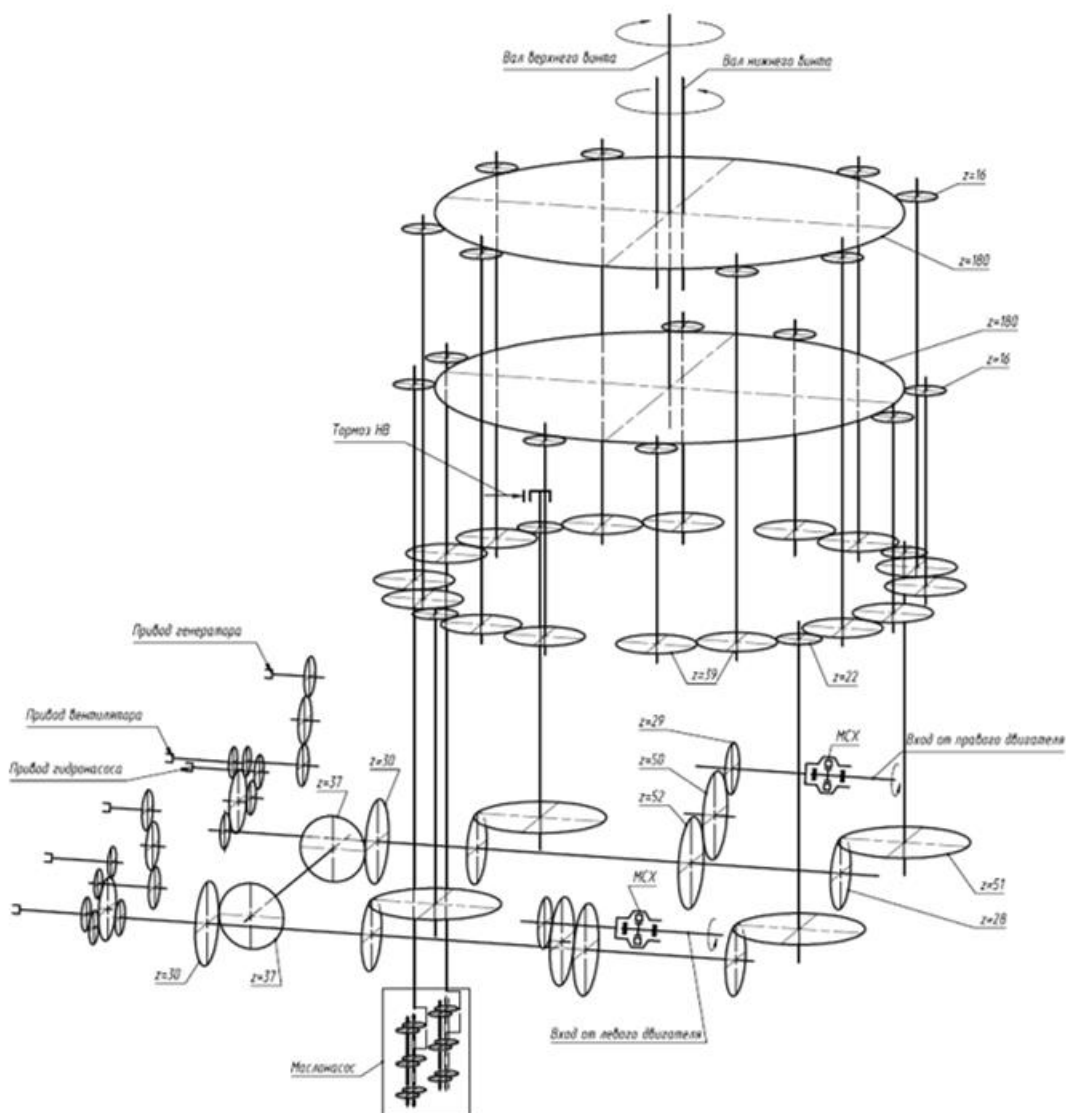


Рисунок 6 – Кинематическая схема редуктора ВР-450

Кинематическая схема редуктора ВР-450 предполагает многопоточную модульную конструкцию редуктора с четырьмя ступенями редукции (см. рис. 6):

– Модуль: Редуктор входной (2 шт.) с использованием шевронной передачи ( $z=29$ ,  $z=50$ ,  $z=52$ ), являющийся первой ступенью редукции. Передаточное отношение  $i=1,7931$ . Также включает в себя муфту свободного хода (МСХ) (2 шт.). Частота вращения на входе в главный редуктор составляет 17150 об/мин.

– Модуль: Редуктор конический (4 шт.) ( $z=28$ ,  $z=51$ ), являющийся второй ступенью редукции. Передаточное отношение  $i=1,8214$ .

– Модуль: Редуктор центральный, который включает в себя третью и четвертую ступень редукции. Третья ступень редукции ( $z=22$ ,  $z=39$ ) состоит из зубчатых колес и делит мощность, приходящую с четырех конических редукторов второй ступени, на 16 потоков мощности (по 8 потоков на каждый несущий винт), которые затем суммируются в четвертой ступени ( $z=16$ ,  $z=180$ ) редукции на два зубчатых колеса ( $z=180$ ). Одно зубчатое колесо  $z=180$  жестко связано с нижним валом несущего винта, второе – с верхним валом несущего винта. Вращение валов несущих винтов – оппозитное (частота вращения составляет 263,3 об/мин). Передаточное отношение в третьей ступени  $i=1,7727$ , в четвертой  $i=11,25$ .

– Модуль: Коробка приводов (2 шт.) с конической передачей механизма переброса избыточной мощности ( $z=30$ ,  $z=37$ ). Коробка приводов служит для передачи мощности на генераторы, вентиляторы и гидронасосы.

– Модуль: Поддон-маслоотстойник с маслonaсосом (1 шт.).

– Модуль: Тормоз несущих винтов (1 шт.).

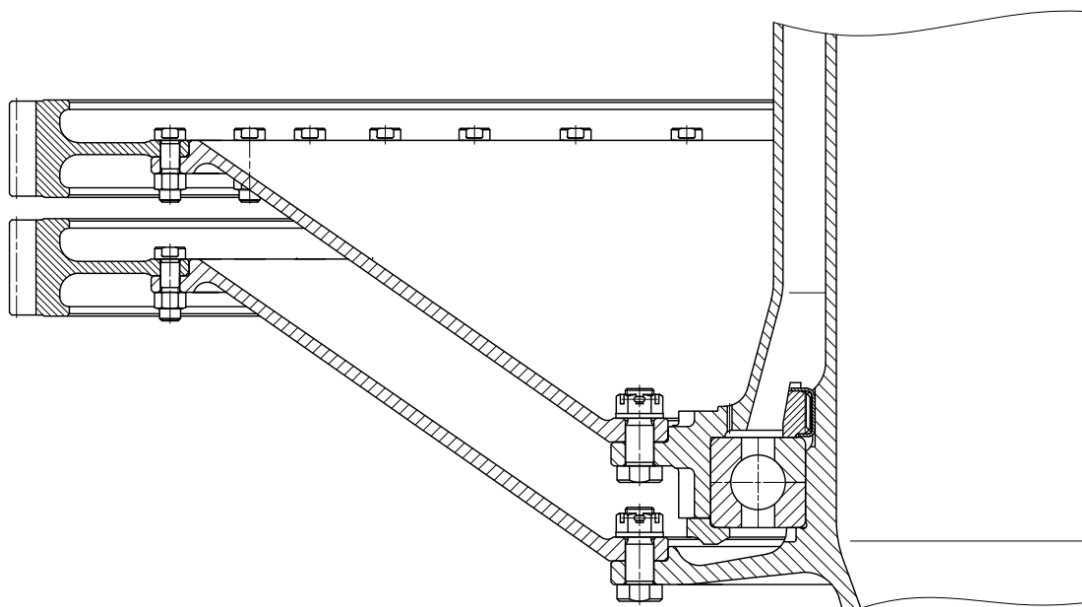


Рисунок 7 – Крепление зубчатых колес ( $z=180$ ) четвертой ступени редукции к валам несущих винтов

1.2 Подредукторная рама предназначена для установки редуктора и передачи нагрузок от несущих винтов на фюзеляж вертолета. Рама имеет стержневую конструкцию, состоящую из восьми стержней (подкосов). Верхние концы подкосов закреплены на силовом поясе центрального редуктора, а нижние концы всех восьми подкосов разведены на четыре точки крепления на фюзеляже вертолета, образуя при этом систему «треугольников». Таким образом, конструкция рамы является максимально жесткой и прочной и при этом имеет небольшой вес.

1.3 Пластинчатые муфты в шаровой опоре предназначены для компенсации перекосов осей входных валов редуктора с выходными валами двигателей, а сферические опоры выполняют роль передней опоры двигателей и предназначены для восприятия осевых реактивных нагрузок от двигателей. Пластинчатые муфты в шаровой опоре представлены на рисунке 8.

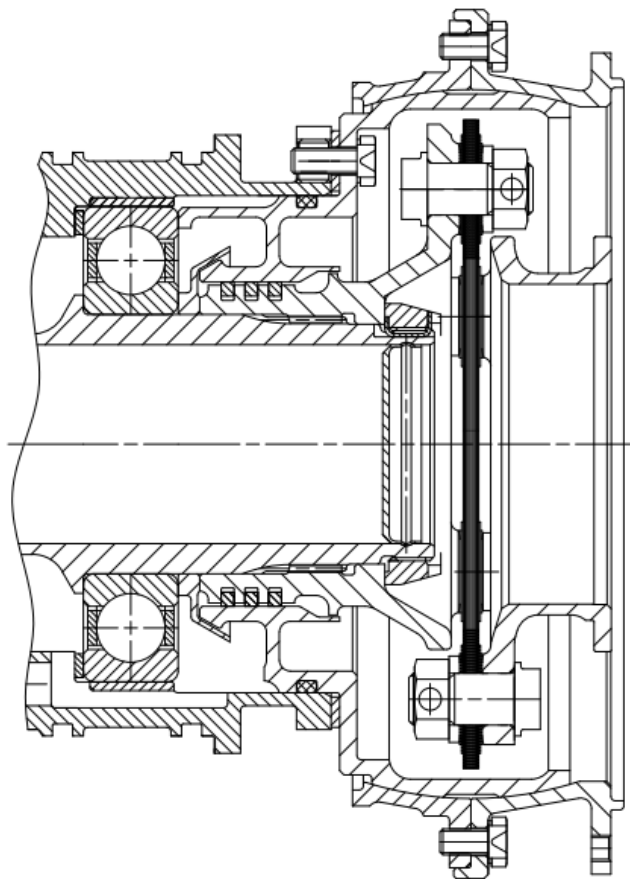


Рисунок 8 – Пластинчатая муфта в шаровой опоре

1.4 Муфта свободного хода предназначена для расцепления кинематической связи редуктора с двигателем на режиме авторотации или поломке двигателя. МСХ имеет 14 заклиниваемых роликов, которые разделены сепаратором и равномерно размещены в кольцевой полости, образованной ведущим и ведомым валами муфты.

#### 1.5 Входные, конические и центральный редукторы.

Входной редуктор – это зубчатая передача внешнего зацепления шевронного типа, которая включает в себя три шевронных зубчатых колеса с валами в подшипниковых опорах, установленных в составном корпусе. Входной вал шевронного редуктора соединяется при помощи шлицевых



рессор с муфтой свободного хода и пластинчатой муфтой со сферической опорой.

Конический редуктор – коническая зубчатая передача с круговым зубом. Конический редуктор включает в себя конические зубчатые колеса с валами в подшипниковых опорах, размещенных в отдельных корпусах. Конические редуктора расположены в левой (2 шт.) и правой (2 шт.) части редуктора. На фланцах корпусов конических редукторов, расположенных в задней части редуктора, устанавливаются входные шевронные редуктора, а на фланцах, расположенных в передней части редуктора, устанавливаются коробки приводов с замыкающими редукторами.

Центральный редуктор состоит из цилиндрических зубчатых передач внешнего зацепления третьей и четвертой ступеней. На корпусе центрального редуктора выполнен силовой пояс, к которому крепится стержневая подредукторная рама, которая крепится к фюзеляжу вертолета.

1.6 Два соосно расположенных вала несущих винтов с противоположным вращением закреплены на ведомых шестернях последней (четвертой) ступени редукции при помощи конусных диафрагм и призонных болтов.

#### 1.7 Автономная система смазки.

Маслосистема состоит из масляного бака (поддона), маслоагрегата, который устанавливается в масляный бак и фильтра тонкой очистки (рис. 5, поз. 18). Поддон расположен в нижней части редуктора ВР-450 спереди по полету. Поддон изготавливается методом литья из алюминиевого сплава АК9ч (АЛ4). Конструктивно поддон разделен на две полости: горячий и холодный отсеки. Горячий отсек предназначен для сбора горячего масла (после смазки и охлаждения деталей редуктора), холодный отсек – для сбора охлажденного в радиаторах масла. В конструкцию поддона также интегрированы два блока масляных агрегатов, состоящих из трех секций каждый: первая секция –

откачивающая, вторая – нагнетающая секция внутренней маслосистемы редуктора и третья – нагнетающая секция внешней маслосистемы (подача к масляным радиаторам). Фильтр состоит из корпуса, в который вставлен быстросъемный фильтр тонкой очистки с тонкостью фильтрации 45 мкм. В фильтр встроены редукционный клапан, который предназначен для регулировки давления масла в системе смазки редуктора. Также в фильтр встроены маслоперепускной клапан, который предназначен для перепуска масла в основную магистраль в обход фильтроэлементов при засорении фильтра тонкой очистки. Система смазки предназначена для смазки подшипников и зубчатых колес, а также отвода тепла от трущихся элементов передач. Для контроля работы маслосистемы в масляном баке установлены датчики измерения температуры и давления масла, а также сигнализаторы стружки.

1.8 Тормоз несущего винта установлен на валу ведущего конического колеса (рис. 4, поз. 5) переднего правого конического редуктора. Конструкция тормоза – барабанного типа.