

УДК 62-758.1

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СБОРКИ КОНИЧЕСКО-ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕДУКТОРОВ В КОРПУСЕ БЕЗ РАЗЪЁМА

Алеевская А.Ю., студент гр. 20313, III курс

Научный руководитель: Стукач А.В., к.т.н., доцент

Санкт-Петербургский Государственный Морской Технический Университет  
г. Санкт-Петербург

Редуктором — это механизм, состоящий из цилиндрических, конических или червячных передач. Он может быть выполнен в качестве самостоятельного агрегата и применяется для передачи вращения от вала двигателя к валу рабочей машины [1].

В настоящей статье рассматривается двухступенчатый коническо-цилиндрический редуктор [2]. Он состоит из одной цилиндрической передачи и одной конической передачи. Оси цилиндрической передачи параллельны, зубчатые поверхности имеют форму цилиндра [3]. Оси конической передачи пересекаются, её начальные и делительные поверхности имеют коническую форму.

К преимуществам редуктора относятся:

1. непроницаемый корпус, изолирующий передачу от внешней среды и механических воздействий извне;
2. возможность применения более качественных и дорогостоящих материалов для деталей редуктора;
3. снижение шумности во время работы;
4. гарантия постоянства относительного расположения валов;
5. повышение точности и компактности механизма;
6. стабильная смазка элементов, снижение износа зубьев;
7. удобство и безопасность эксплуатации [4].

Среди видов корпусов редукторов можно выделить [8]:

1. классический – имеет плоскость разъёма и болтовое соединение;
2. неразъёмный – его сборка осуществляется через боковые съёмные крышки, которые также служат опорами для валов;
3. коробчатый – имеет неразъёмный корпус и съёмную крышку.

Коробчатые редукторы, о которых речь пойдёт далее, выпускаются, в основном, зарубежными производителями, так как изготовление таких корпусов требует высокоточного оборудования с ЧПУ.

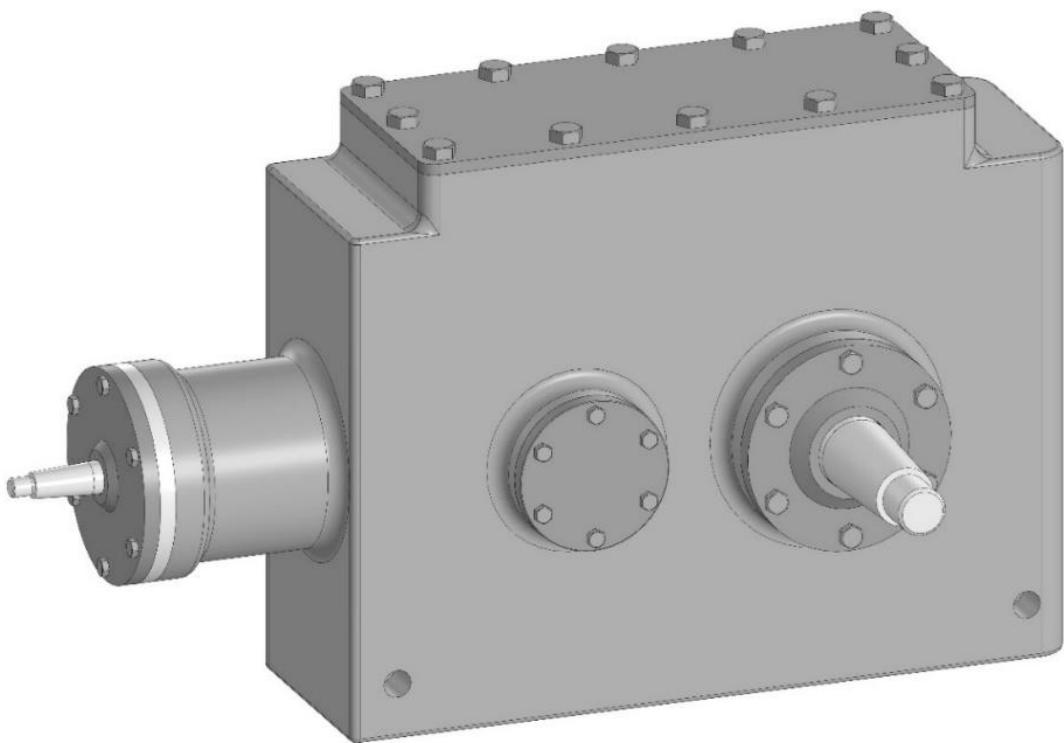


Рис. 1. Редуктор с корпусом коробчатого типа  
Среди преимуществ неразъёмного корпуса выделяют [9]:

1. единственную отливку;
2. отсутствие использования стяжных болтов и штифтов;
3. в готовой отливке можно сразу провести обработку установочных мест под подшипники, не затрачивая усилия на точную стыковку частей разъёмного корпуса для высверливания отверстий;
4. компактность;
5. так как корпус неразъёмного редуктора имеет меньшее количество стыков, через которые может произойти утечка масла, возможно предусмотреть установку редуктора в нескольких различных положениях без больших затрат для производителя.

Неразъёмные корпуса обладают следующими недостатками [8]:

1. более сложная форма отливок по сравнению с разъёмными корпусами и, как следствие, более высокая стоимость;
2. сложности при проектировании;
3. повышение стоимости ремонта, так как при серьёзных повреждениях корпус заменяется целиком;
4. сложности при транспортировки крупногабаритных и тяжёлых корпусов.

Вышеперечисленные черты очень важны для редукторов, используемых в горном деле. Такие агрегаты эксплуатируются в тяжелых условиях: на открытом воздухе, в условиях повышенной запылённости, при повышенной влажности и неблагоприятных климатических условиях. Редуктор может упасть на бок, и тогда минимальное количество стыков поможет сохранить масло внутри корпуса и уменьшит вероятность разлива.

Практически в любой горнодобывающей технике присутствуют редукторы и применение более совершенных корпусов позволит увеличить срок службы агрегатов, сделать их более надёжными.

В обычных редукторах сборка осуществляется в одной из половин корпуса, доступ к деталям не осложнён. В случае корпуса без плоскости разъёма необходимо тщательно продумывать последовательность и способы сборки редуктора в условиях ограниченного доступа к внутреннему объёму.

В коробчатых корпусах шестерни и другие детали помещаются внутрь агрегата через крышку. Отверстие под крышку следует выполнять несколько больше, чем габаритные размеры самой крупной детали, помещаемой внутрь. Не менее важным является наличие свободного пространства для рук сборщика. В маленьких агрегатах, в которых не предполагается проникновение рук внутрь, размеры технологического люка подбираются с учётом используемых для сборки и обслуживания инструментов.

Установочные места для подшипников валов цилиндрических передач предусматриваются непосредственно в корпусе редуктора, и закрываются крышками по ГОСТ [5, 6]. Диаметр отверстия в корпусе должен быть больше диаметра самого большого элемента вала.

Вал конической передачи устанавливается в стакан [7]. Для решения проблемы, когда коническая шестерня является существенно больше необходимого диаметра стакана, применяются следующие подходы:

1. в крупных редукторах шестерня делается съёмной и не влияет на размеры стакана. Такая шестерня устанавливается на вал, когда стакан уже помещён в корпус;

2. в случае, когда устанавливать шестерню на вал внутри корпуса затруднительно, увеличивают внешний диаметр стакана так, чтобы он был на несколько миллиметров больше диаметра шестерни, что обеспечит её беспрепятственный проход внутрь корпуса. Главный недостаток этого решения – увеличение габаритов и перерасход материала.

Дно корпуса выполняется толще стенок. Крепление редуктора к поверхности может осуществляться путём прикручивания углового профиля к резьбовым отверстиям в боковых стенках корпуса. Крепление с помощью уголков позволяет подстраиваться под разные варианты закрепления без внесения изменений в корпус. Зачастую на неразъёмных корпусах делают варианты закрепления в разных плоскостях, если позволяют условия смазки. Это значительно увеличивает универсальность.

В случае, когда ширина верхней крышки близка к ширине корпуса, её проектируют по ширине корпуса для упрощения формы отливки

Если наружной поверхности корпуса достаточно для охлаждения, рёбра жёсткости размещают внутри. Благодаря этому на редуктор будет меньше налипать грязь, повышается эстетичность и удобство использования и транспортировки.

Порядок сборки редукторов с корпусом коробчатого типа значительно отличается от порядка сборки редуктора с разъёмным корпусом:

1. В начале собирают стакан быстроходного вала. На этом этапе устанавливаются подшипники, уплотнительные кольца и сам вал. Шестерня может быть установлена либо сейчас, либо позднее, в зависимости от конструктивных особенностей (рис. 2)

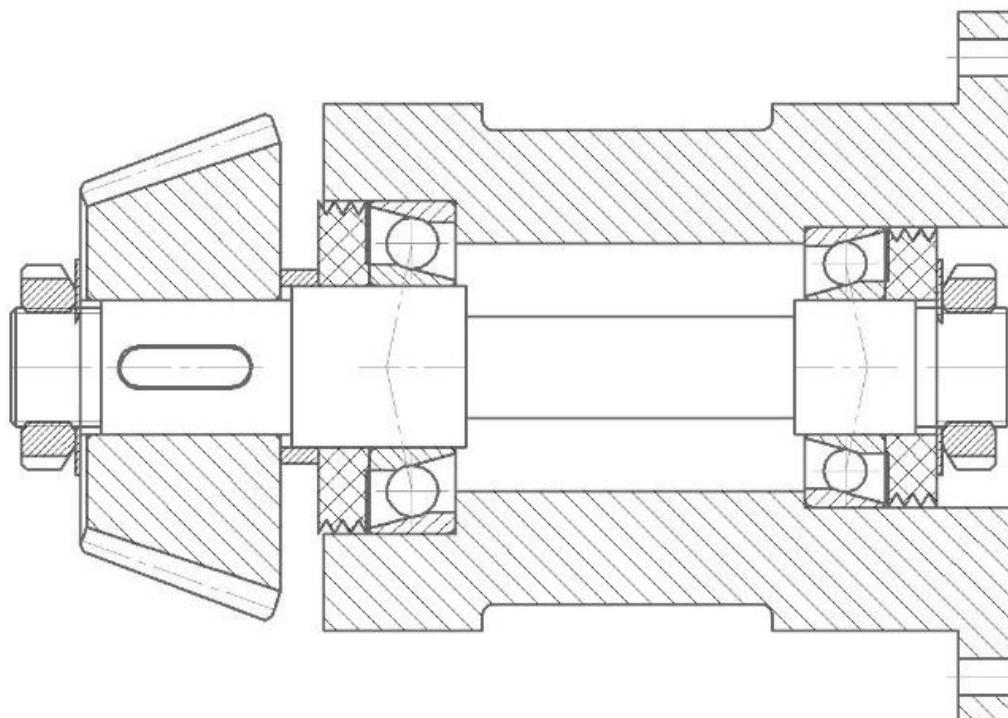


Рис. 2. Стакан в сборе

2. Далее собранный стакан устанавливается в корпус и фиксируется с помощью болтов (рис. 3)

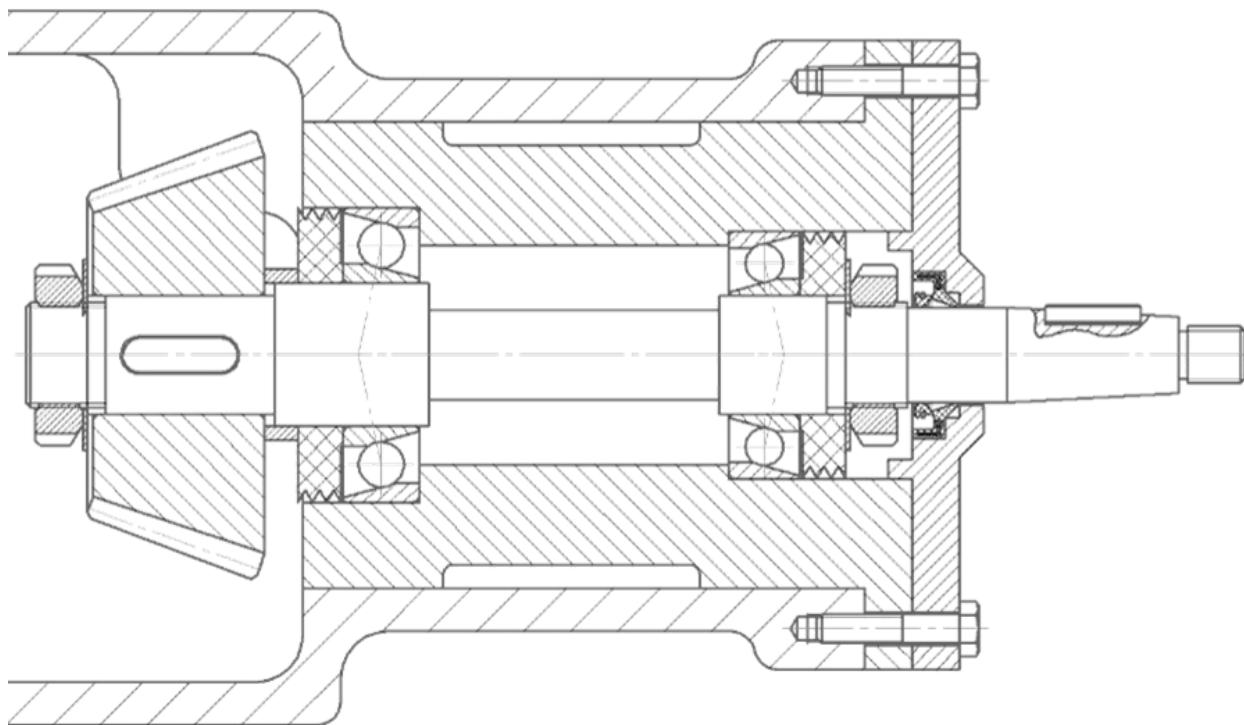


Рис. 3. Установка стакана в корпус

3. На третьем этапе устанавливается коническая шестерня быстроходного вала, если это не было совершено ранее
4. Следующий этап - помещение зубчатых колёс, распорных втулок и других деталей тихоходного вала в полость корпуса редуктора и их надевание на вал [9]
5. Процедура для тихоходного вала повторяется с деталями промежуточного вала
6. Устанавливаются подшипники промежуточного и тихоходного валов в корпус редуктора
7. Отверстия для подшипников быстроходного и тихоходного валов закрываются крышками, крышки фиксируются болтами [5, 6]. Крышки с отверстием под вал устанавливаются с манжетом для предотвращения попадания грязи и пыли в корпус редуктора (рис. 4)

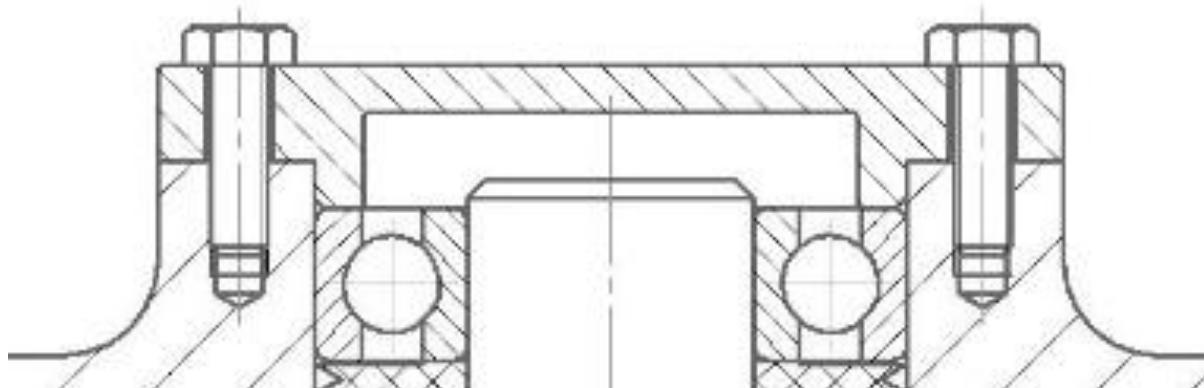


Рис. 4. Глухая крышка, установленная в корпус редуктора

8. Проверка вращения. За быстроходный вал берутся руками и проворачивают, при этом движение должно быть плавным, не должны ощущаться толчки и заедание.
9. Фиксируются пробки для пропуска масла, указатель масла.
10. Устанавливается верхняя крышка редуктора.
11. Заливка масла до расчётного уровня [7]
12. Обкатка, предварительные испытания механизма

Полностью собранный редуктор изображён на рис. 5.

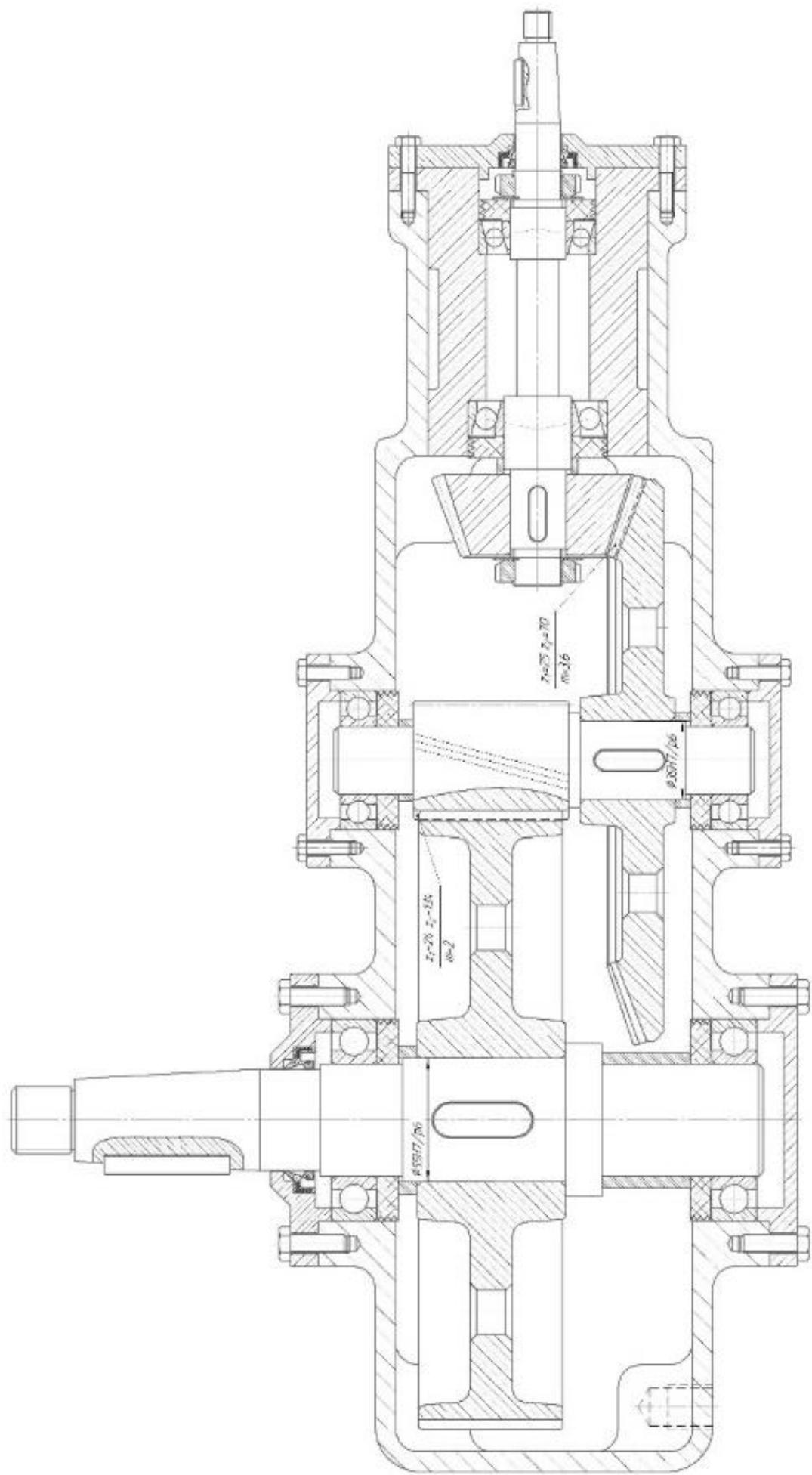


Рис. 5. Редуктор в сборе

### Список литературы

1. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. пособие для учащихся К93 машиностроительных специальностей техникумов / С. А. Чернавский, К. Н. Боков, И. М. Чернин др.— 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1988. — 416 с.: ил. (В пер.): 1 р.
2. Анульев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. / Василий Иванович Анульев. 8-е издание, переработанное и дополненное. Под редакцией И.Н. Жестковой. (Москва: Издательство «Машиностроение», 2001)
3. ГОСТ 16530-83 Передачи зубчатые. Общие термины, определения и обозначения / ГОСТ от 31 января 1983 г. № 16530-83.
4. Карталис Н.И., Пронин В.А. Особенности проектирования корпусных деталей типовых конструкций редукторов: Учеб.-метод. пособие. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. 46 с.
5. ГОСТ 18511-73 Крышки торцевые глухие. Конструкция и размеры (с Изменениями № 1, 2) / ГОСТ от 27 марта 1973 г. № 18511-73.
6. ГОСТ 18512-73 Крышки торцевые с отверстием для манжетного уплотнения. Конструкция и размеры (с Изменениями № 1, 2) от 27 марта 1973
7. А. В., Соловьев А. А. Детали машин. Основы расчета и проектирование редуктора: учебное пособие. — СПб.: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2020 — 106 с.
8. Алеевская, А. Ю., Стукач А. В. Особенности проектирования конического-цилиндрического редуктора в неразъемном корпусе / А. Ю. Алеевская, А. В. Стукач // Неделя науки Санкт-Петербургского государственного морского технического университета. – 2022. – № 1-1. – EDN ННТМЗФ.
9. Алеевская, А. Ю., Стукач А. В. Особенности сборки конического-цилиндрического редуктора в неразъемном корпусе / А. Ю. Алеевская, А. В. Стукач // Неделя науки Санкт-Петербургского государственного морского технического университета. – 2022. – № 1-1. – EDN UWKDGA.