

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЧЕРВЯЧНОГО РЕДУКТОРА

Хабаровск 2008

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тихоокеанский государственный университет»

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ
ЧЕРВЯЧНОГО РЕДУКТОРА

Методические указания к выполнению лабораторной работы № 8
по дисциплине «Детали машин» для студентов
всех форм обучения

Хабаровск
Издательство ТОГУ
2008

УДК 621. 833 (076)

Изучение конструкции червячного редуктора : методические указания к выполнению лабораторной работы № 8 по дисциплине «Детали машин» для студентов всех форм обучения / сост. С. А. Губарь, А. В. Петров. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2008. – 20 с.

Методические указания составлены на кафедре «Детали машин». Содержат необходимые сведения об особенностях конструкции червячных редукторов, работе и геометрии червячной передачи. Достаточно подробно рассматриваются вопросы регулировки редуктора. Описан ход выполнения лабораторной работы и требования к отчету. Лабораторная работа рассчитана на два академических часа.

Печатается в соответствии с решениями кафедры «Детали машин» и методического совета института транспорта и энергетики.

© Тихоокеанский государственный университет, 2008

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Червячный редуктор – это передаточный механизм, служащий для понижения угловой скорости и увеличения крутящего момента. При этом в червячной передаче движение передаётся между перекрещивающимися под прямым углом валами.

Одноступенчатые червячные редукторы находят свое применение в диапазоне передаточных чисел $u = 8...80$ (а в несиловых передачах до 200 и более). Если одной передачи недостаточно для обеспечения требуемого передаточного отношения, в корпусе редуктора монтируют ещё одну червячную или совместно с червячной передачи другого типа (цилиндрические, конические).

С точки зрения геометрии и кинематики червячные передачи сочетают в себе свойства передач зацеплением (зубчатых) и винтовых пар. Сочетание признаков различных механизмов определяет особенности работы червячного зацепления и подходов к проектированию передачи.

Комплекс теоретических проблем, связанных с взаимодействием червяка и червячного колеса (условия контакта, критерии работоспособности и расчета, методики проектирования) рассматривается в традиционном лекционном курсе «Детали машин». Изучение особенностей конструкций червячных редукторов и геометрии передач – это задачи лабораторного практикума.

С учетом того, что выполнение лабораторных работ не всегда согласовывается по времени с лекционным курсом, здесь кратко рассматриваются необходимые теоретические вопросы работы червячной передачи, обращается внимание студентов на особенности конструкций редукторов. Подробно рассматривается порядок сборки и принципиальные возможности регулировки червячного зацепления и редуктора в целом.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Цель работы: ознакомление с особенностями конструкций червячных редукторов и геометрией червячных передач.

Задачи работы:

- произвести разборку редуктора, идентифицировать узлы и детали редуктора;
- произвести измерения и расчет необходимых параметров передачи, согласовав значения, требующих того, параметров с ГОСТ 2144-76*;
- произвести сборку редуктора, обратив внимание на возможность и последовательность проведения его регулировки;
- выполнить вертикальный разрез узла червячного колеса (плоскостью, проходящей через его ось).

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. ОСОБЕННОСТИ И ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЧЕРВЯЧНЫХ ПЕРЕДАЧ

Червячная передача состоит из двух звеньев. Ведущим звеном является червяк 1, ведомым – червячное колесо 2 (рис. 1).

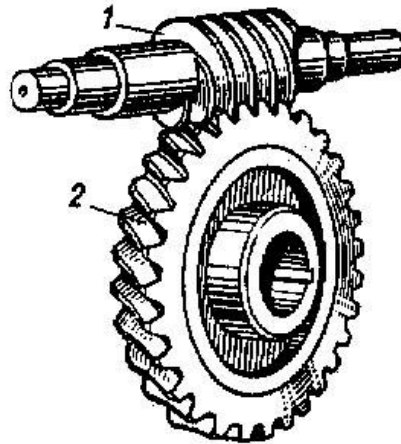


Рис. 1. Червячная передача

Взаимодействие элементов червячной пары подобно принципу работы винтового механизма, в котором червяк является винтом, а червячное колесо представляет собой узкий сектор длинной гайки, изогнутый кольцом зубьями наружу вокруг оси, перпендикулярной оси винта.

К числу основных достоинств червячных передач относят:

- возможность реализации больших передаточных отношений (обычно от 8 до 63, а в несилowych передачах до 200 и более) в одной ступени при сравнительно малых габаритах;
- высокая плавность зацепления и бесшумность работы;
- высокая кинематическая точность;
- невозможность передачи движения в обратную сторону (от колеса червяку) по причине самоторможения передачи (вследствие этого, например, отпадает необходимость применения тормозных устройств в грузоподъемных механизмах).

Основными недостатками червячных передач, существенно ограничивающими область применения передач (в частности по передаваемой мощности – обычно не более 50 – 60 кВт), принято считать:

- низкий КПД ($\eta \leq 0,92$) из-за больших потерь мощности на относительное скольжение сопряженных поверхностей червяка и червячного колеса под нагрузкой;
- повышенный нагрев и износ;
- необходимость применения дорогих антифрикционных материалов;
- повышенные требования к точности сборки механизма и необходимость регулировки зацепления.

Отмеченные достоинства и недостатки обусловлены особенностями геометрии и кинематики зацепления (сочетанием, как уже отмечалось, признаков передачи зацеплением и винтовой пары).

В качестве основных принято рассматривать два фактора, определяющих свойства червячной передачи:

1 – высокая относительная скорость скольжения в контакте поверхностей витков червяка и зубьев червячного колеса, что определяет большие потери мощности на трение и как следствие повышенный нагрев и низкий КПД передачи;

2 – неблагоприятные условия для образования «масляного клина» в контакте червяка и червячного колеса, что в совокупности с нагревом обуславливает склонность передачи к заеданию, износу и необходимость использования дорогих антифрикционных материалов.

Примечание: Под «масляным клином» понимают создание повышенного давления масла в клиновом зазоре между контактирующими поверхностями.

Попытки улучшить качественные показатели червячных редукторов привели к появлению различных типов червячных передач.

Передачи разделяют по форме поверхности червяка, на которой нарезаются витки: передачи с цилиндрическими (рис. 2 а) и глобоидными (рис. 2 б) червяками.

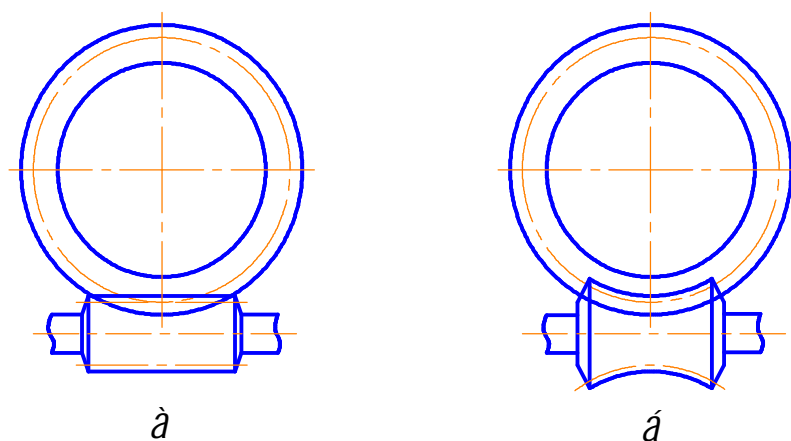


Рис. 2. Виды червячных передач

Глобоидные червячные передачи обладают более высокой нагрузочной способностью, но сложнее в изготовлении, монтаже и эксплуатации, а также сильнее нагреваются при работе. Они требуют высокой культуры производства и применяются в ответственных механизмах.

Цилиндрические червячные передачи по форме винтовой поверхности витков червяка делятся в основном на передачи с архимедовым червяком, эвольвентным и конволютным. По внешним признакам без специальных приборов установить различие в типах винтовой поверхности червяков практически невозможно, поэтому задача по определению формы поверхности червяка в данной лабораторной работе не ставится.

Все цилиндрические червячные передачи характеризуются одинаковым набором геометрических параметров и их размеры определяются одинаковыми соотношениями. К числу основных геометрических параметров червячной передачи, позволяющих рассчитать основные размеры червяка и червячного колеса, подобрать инструменты и настроить станок для нарезания червячной пары, относят:

Модуль m , мм – определяется как отношение осевого шага червяка к числу π ($m = p / \pi$). Под *осевым шагом p* понимают расстояние между одноименными точками двух соседних профилей, измеренное в направлении оси червяка. Величина модуля должна соответствовать стандартному ряду (ГОСТ 2144-76*);

Число витков (заходов) червяка z_1 – принимается в зависимости от передаточного отношения: $z_1 = 4$ при $u = 8 \dots 15$, $z_1 = 2$ при $u = 15 \dots 30$ и $z_1 = 1$ при $u \geq 30$.

Число зубьев колеса z_2 . Из условия неподрезания зубьев червячного колеса при нарезании принимают $z_2 \geq 28$. Оптимальным для силовых передач считается $z_2 = 32 \dots 63$;

Коэффициент диаметра червяка q , определяется как отношение делительного диаметра червяка d_1 к модулю ($q = d_1 / m$). Величина q должна соответствовать стандартному (ГОСТ 2144-76*) ряду и сочетаться с модулем (см. табл. 1).

Необходимость стандартизации значений модуля и коэффициента диаметра обусловлена стремлением уменьшить номенклатуру режущего инструмента, так как применяемые в большинстве случаев для нарезания червячных колес червячные фрезы должны полностью соответствовать червяку, сцепляющемуся с колесом в передаче, т. е. иметь тот же модуль и делительный диаметр;

Коэффициент смещения червяка x . Смещение в основном используют с целью вписывания передачи в стандартное межосевое расстояние.

2. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ЧЕРВЯЧНЫХ РЕДУКТОРОВ

Конструирование червячных редукторов в целом и их отдельных узлов определяется компоновкой передаточного механизма и особенностями работы зацепления.

Конструкция корпуса. Наибольшее распространение получили конструкции червячных редукторов с *разъемом* корпуса по оси червячного колеса (рис. 3 а). Это упрощает сборку комплекта вала с подшипниками и с червячным колесом. Червяк обычно имеет небольшой внешний диаметр витков, что позволяет устанавливать его в корпус через отверстия подшипниковых гнезд (рис. 6, 7).

Редукторы малых размеров ($d_w \leq 120$ мм) часто делают *без разъема* со съемными боковыми крышками (рис. 3 б). Из условия сборки, отверстия под центрирующие выступы крышек (рис. 8) должны несколько превышать наружный диаметр колеса, а общие размеры внутренней полости должны допускать раздвижку валов червяка и колеса при монтаже и демонтаже.

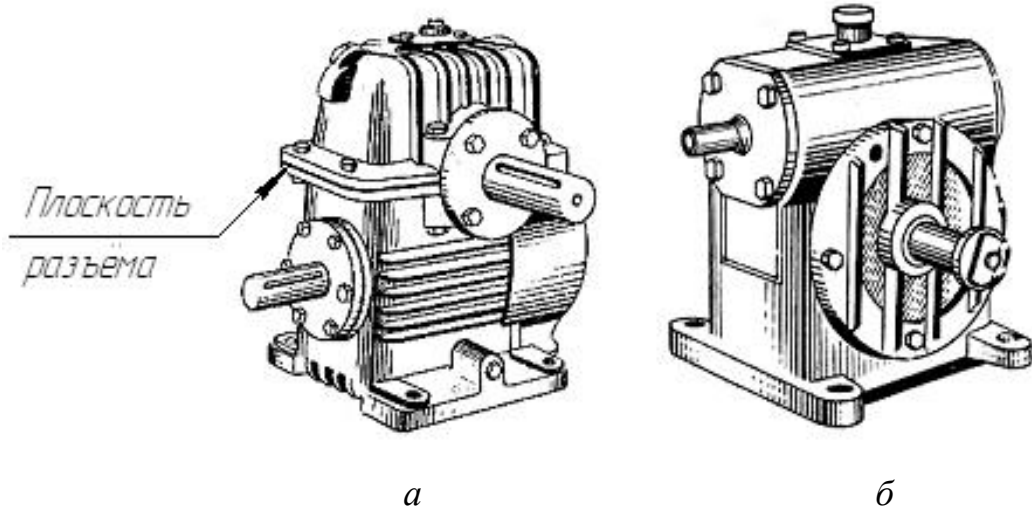


Рис. 3. Варианты исполнения корпусов

Охлаждение. Вследствие высокого трения в зацеплении, работа редуктора сопровождается значительным нагревом, поэтому для лучшего охлаждения редукторов корпуса обычно изготавливаются с ребрами (увеличивающими поверхность теплоотдачи), а если этого недостаточно, применяют искусственное охлаждение (принудительная вентиляция, охлаждение масла внутри или вне редуктора).

Расположение червяка. В машиностроении используются редукторы с различным расположением червяка относительно колеса: с нижним (рис. 4а), с верхним (рис. 4б), с боковым горизонтальным (рис. 4в) и боковым вертикальным (рис. 4г). Верхнее расположение применяют обычно при высоких скоростях вращения вала червяка, а нижнее соответственно при малых, но чаще выбор положения червяка обусловлен компоновкой механизма.

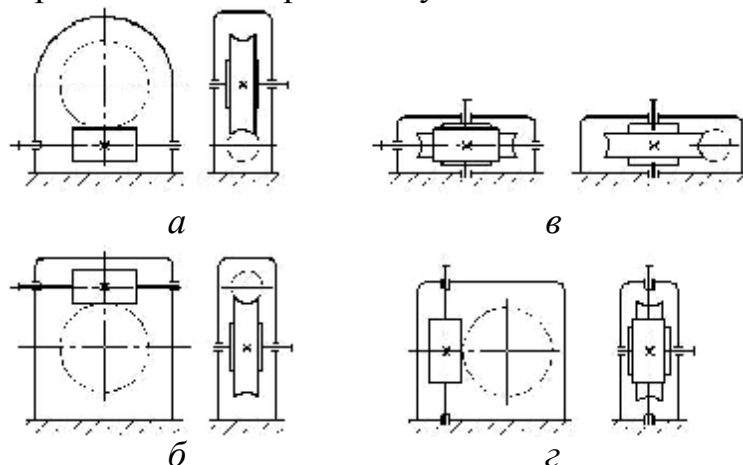


Рис. 4. Возможные схемы расположения червяков

Конструкция элементов передач

Червяки чаще всего выполняют вместе с валом, используя углеродистые или легированные стали с поверхностной или объёмной закалкой до высокой твердости (более 45 HRC).

Червячные колеса обычно делают составными (рис. 5), что позволяет снизить стоимость передачи. Ступицу колеса выполняют из серого чугуна (реже – из стали), а зубчатый венец – из антифрикционного материала (бронза, латунь, чугун). Выбор марки материала венца зависит от скорости скольжения в зацеплении и длительности работы. Чем выше скорость скольжения, тем более высокими антифрикционными и противозадирными свойствами должен обладать материал зубьев колеса.

В машиностроении находят применение следующие типовые конструкции червячных колёс (см. рис. 5): а) бандажированная, б) болтовая и в) биметаллическая. Последняя – наиболее рациональная, её используют в машинах серийного производства.

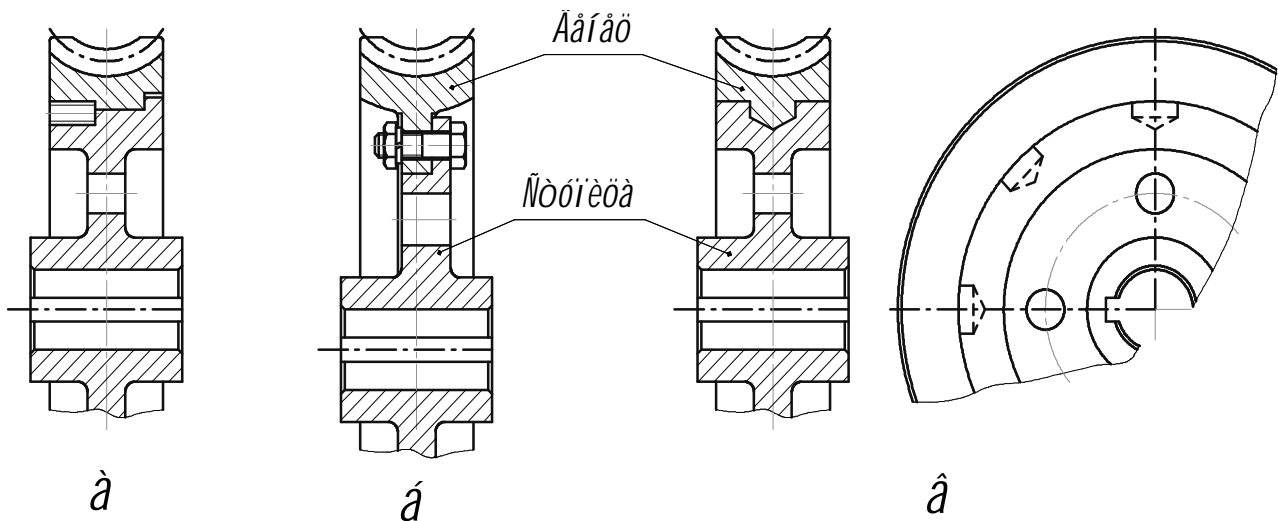


Рис. 5. Типовые конструкции червячных колёс

Конструирование опор. На вал червяка действуют радиальные и весьма значительные осевые нагрузки, поэтому в качестве опор обычно применяют подшипники роликовые конические, а при высокой частоте вращения (свыше 1500 об/мин) возможно использование шариковых радиально-упорных подшипников (имеющих меньшее сопротивление вращению).

Относительно короткие червячные валы обычно устанавливаются по схеме «враспор», при которой левый подшипник исключает смещение вала влево, а правый соответственно вправо (рис. 6).

Длинные червячные валы ($l/d > 6$, где l – расстояние между опорами, d – диаметр вала) устанавливаются в подшипники таким образом, чтобы одна из опор (фиксирующая) воспринимала осевые нагрузки, действующие в обоих направлениях, а вторая (плавающая) могла бы свободно перемещаться в осевом направлении в корпусе (рис. 7). Это позволяет исключить выборку осевых

зазоров и заклинивание подшипников при увеличении длины вала вследствие нагрева.

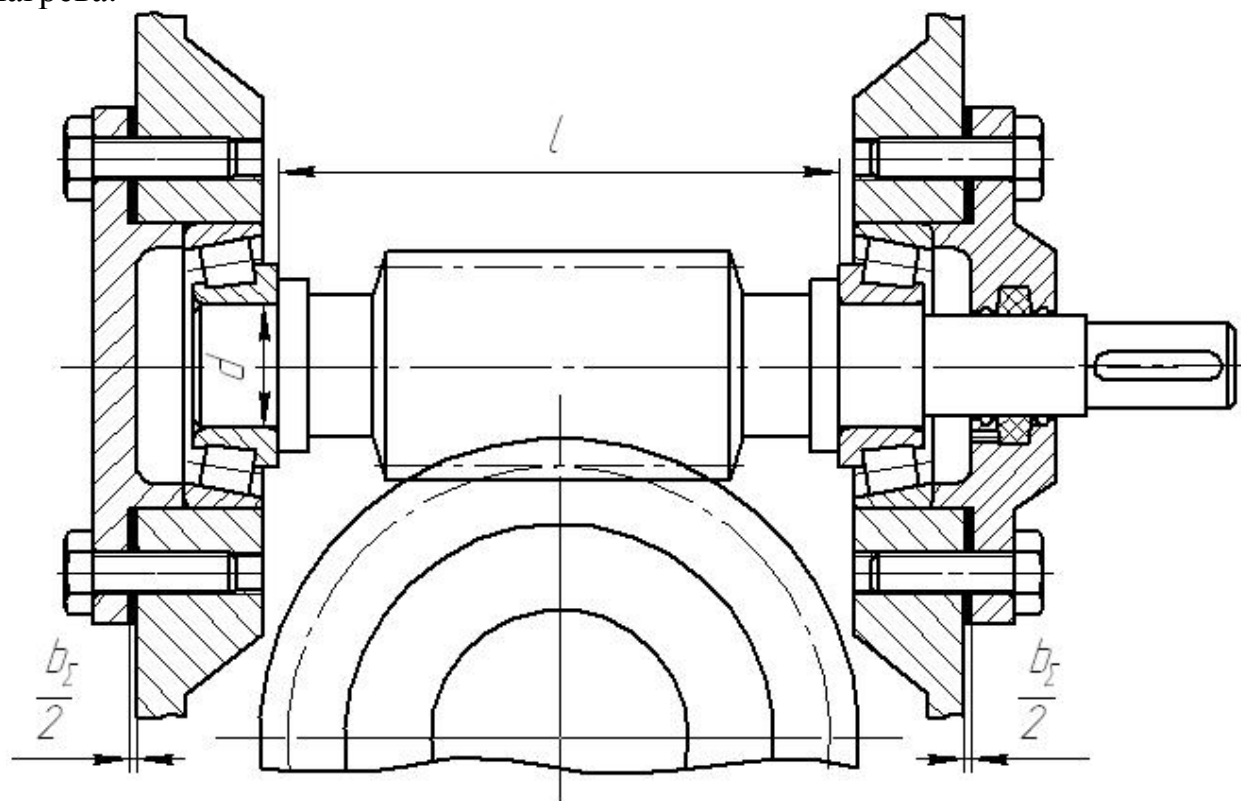


Рис. 6. Узел вала червяка с подшипниками, установленными «враспор»

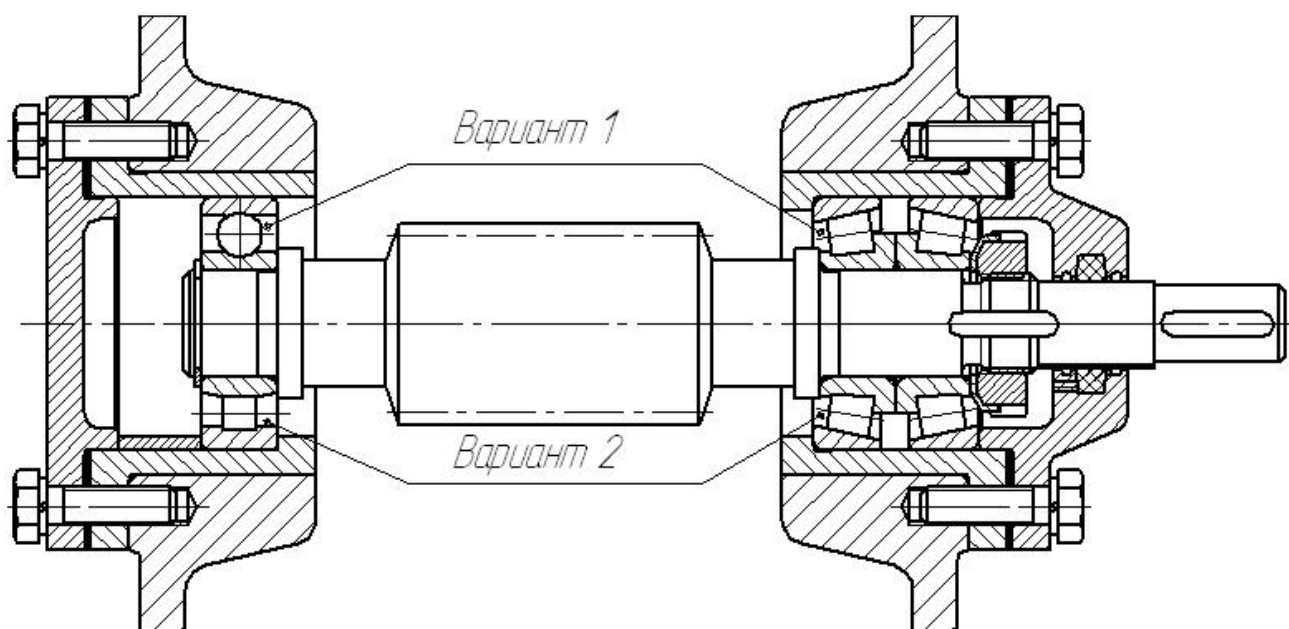


Рис. 7. Узел вала червяка с фиксирующей правой и плавающей левой опорами

Осевое положение колеса должно сохраняться в процессе работы под нагрузкой, поэтому в силовых передачах вал колеса устанавливают обычно на

конических роликовых подшипниках, обладающих повышенной жесткостью (рис. 8).

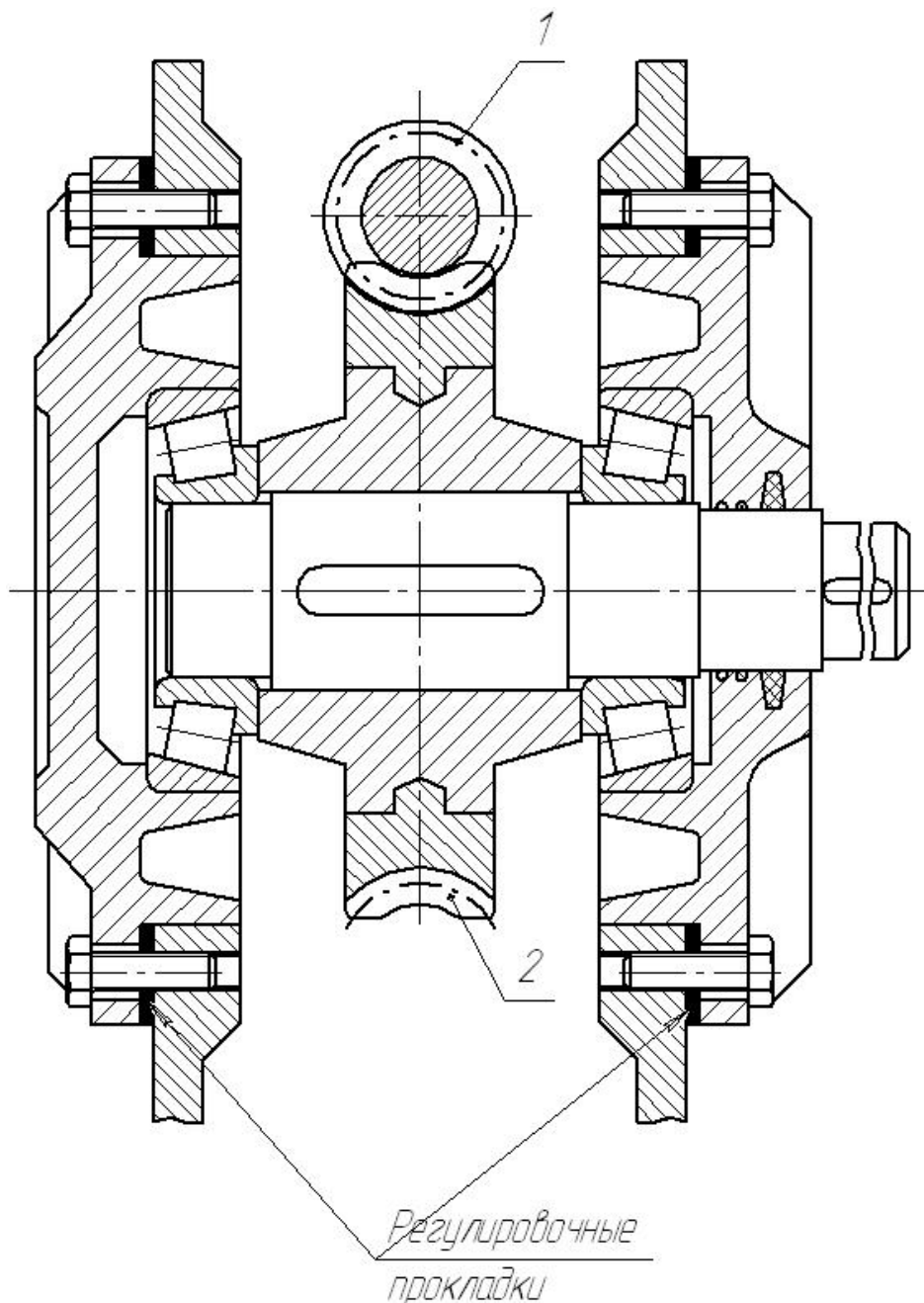


Рис. 8. Узел червячного колеса

3. РЕГУЛИРОВКА ЧЕРВЯЧНОГО РЕДУКТОРА

Традиционные технологии изготовления червячных редукторов предполагают его регулировку в процессе сборки.

Необходимость регулировки червячного редуктора в процессе сборки обусловлена ограниченной точностью выполнения осевых линейных размеров деталей редуктора, не позволяющей, как правило, заведомо обеспечить при

сборке правильное осевое положение колеса относительно червяка, а также необходимый для нормальной работы зазор в подшипниках.

Несовпадение средней плоскости колеса с осью вращения червяка приводит к смещению пятна контакта в зацеплении на кромку зуба (рис. 9), при этом создаются неблагоприятные условия для работы передачи.

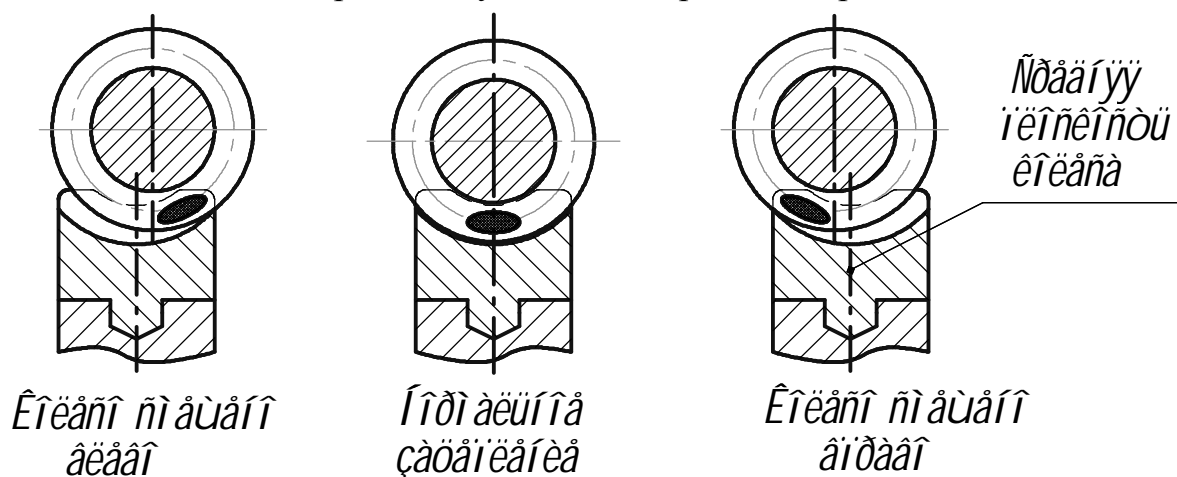


Рис. 9. Возможные положения пятна контакта

При неотрегулированных подшипниках возможны две ситуации:

а) при наличии избыточного зазора в радиально-упорных конических подшипниках неизбежна радиальная и осевая подвижность (люфт) вала в процессе работы, что негативно сказывается на работе передачи и самих подшипников;

б) при отсутствии зазора или ещё хуже чрезмерной затяжке подшипников (при натяге) во время работы редуктора (при его нагревании и неизбежном удлинении валов) может произойти перегрузка подшипников, их нагрев с последующим выходом из строя самих подшипников и следовательно, механизма в целом.

При проведении регулировки редуктора выделяют два этапа: регулировку подшипников и регулировку зацепления.

Вал червяка. Производится только регулировка подшипников. Осевое положение червяка не оказывает влияния на работу передачи. Регулировка проводится подбором соответствующего количества стальных прокладок под фланцы крышек подшипников.

Для определения суммарной толщины b_{Σ} комплекта прокладок необходимо:

- прижать одну из крышек подшипников вала червяка к корпусу редуктора, затянув болты с усилием;
- затянуть слабо (без усилия) два болта крепления второй крышки вала, размещенной на противоположной стороне корпуса;
- измерить зазор между фланцем второй крышки и корпусом;
- подобрать комплект прокладок толщиной, равной замеренному зазору;

- разделить получившийся комплект прокладок на две примерно равные части, установить их под крышками подшипников и затянуть болты крепления крышек с расчетным моментом (см. рис. б).

При этом добиваются легкого (без усилия) вращения вала. Допустимый осевой люфт находится в пределах 20-40 мкм (в зависимости от размеров и конструкции узла). Отсутствие люфта нежелательно, так как при работе редуктора, вследствие теплового удлинения вала червяка, происходит уменьшение зазоров, их исчезновение или даже появление натяга в подшипниках с последующим их заклиниванием.

Примечание: оптимальной считается такая регулировка подшипников, когда в редукторе, нагретом до рабочей температуры, зазор в подшипниках близок к нулю.

Вал червячного колеса. Регулировка осевого положения червячного колеса может производиться по двум схемам:

1. Осевым смещением *вала* с закрепленным на нем колесом с последующим фиксированием вала;
2. Осевым перемещением *колеса* по неподвижному валу с последующим фиксированием колеса.

В тех случаях, когда на валу имеется одно колесо, положение которого необходимо отрегулировать, используется *первая схема*. В соответствии с этой схемой, регулировка вала червячного колеса проводится в два этапа. Сначала производится *регулировка подшипников* вала (см. вал червяка), в ходе которой определяется суммарная толщина комплекта прокладок b_{Σ} .

Затем проводят *регулировку зацепления* в последовательности:

- разделить подобранный в ходе регулировки подшипников набор прокладок на две примерно равные части и установить их под крышки подшипников вала червячного колеса;
- покрыть витки червяка тонким слоем краски (например, смесью бельевой синьки с машинным маслом);
- собрать передачу и прокрутить ее за червяк, притормаживая конец вала колеса;
- установить (визуально через смотровой люк) качество зацепления по положению, форме и размерам пятна контакта на зубьях колеса, в случае неудовлетворительного результата определить направление необходимого осевого сдвига червячного колеса с валом;
- осевое смещение вала колеса осуществить за счет перекалывания прокладок с одной стороны корпуса на другую, в сторону которой требуется сместить червячное колесо.

Примечание: приведённую последовательность (кроме первого пункта) следует повторять до получения удовлетворительного качества зацепления.

ВНЕАУДИТОРНАЯ ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Изучить настоящие методические указания, обратив внимание на раздел «Основные положения». При необходимости изучить соответствующие разделы теоретического курса по пособиям, приведенным в списке литературы: [2, с. 176...182]; [3, с. 228...237, с. 243...245]; [4, с. 210...219]. Следует усвоить принцип работы червячной передачи, особенности конструкции червячного редуктора и геометрии передачи; знать основные параметры, определяющие червячную передачу.

Уяснить цель и задачи работы, последовательность её выполнения.

Подготовить бланк отчета по лабораторной работе в соответствии с установленными требованиями (см. п. 8).

Бланк отчета должен включать:

- титульный лист (образец оформления на стенде лаборатории);
- задачи работы;
- основные положения (наиболее важные, с точки зрения студента, определения положения и соотношения, знание которых необходимо для успешной защиты работы);
- бланк таблицы для записи и обработки результатов измерений (табл. 2);
- чистый лист формата А4 для выполнения разреза узла вала червячного колеса.

Каждый студент при выполнении работы должен иметь и использовать калькулятор, измерительную линейку и карандаш. Все эскизы должны выполняться карандашом.

ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ

1. Редуктор червячный.
2. Штангенциркуль.
3. Линейка измерительная.
4. Ключи гаечные.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

При выполнении работы необходимо занести конструктивные особенности редуктора, а также измеренные и вычисленные параметры червячного зацепления в таблицу (табл. 2).

1. Установить к какому типу относится корпус редуктора (разъемный или неразъемный).

2. Определить расположение червяка относительно червячного колеса (верхнее, нижнее, боковое, вертикальное).

3. Определить межосевое расстояние червячной передачи a_w . Это можно сделать двумя способами (рис. 10)

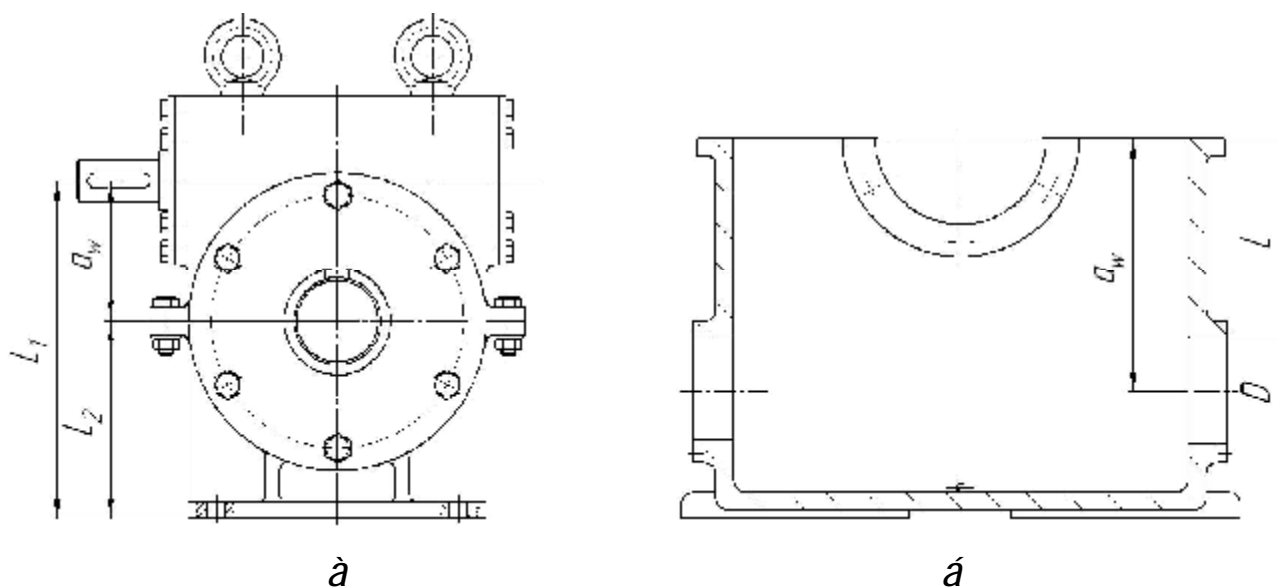


Рис 10. Способы определения межосевого расстояния

а) $a_w = L_1 - L_2$; L_1, L_2 – измеряются штангенциркулем или линейкой относительно опорной плоскости;

б) $a_w = L + \frac{D}{2}$; (необходима разборка редуктора)

Определенное межосевое расстояние привести в соответствие с рядом значений стандартного ряда ГОСТ 2144-76:

1-й ряд: 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500 мм;

2-й ряд: 45, 56, 71, 90, 112, 140, 180, 224, 280, 355, 450 мм.

На практике возможно изготовление редукторов с величинами межосевых расстояний, отличающихся от требований современного стандарта.

Например: $a_w = 120$ мм.

4. Произвести частичную разборку редуктора, для чего: отвернуть винты, снять крышки подшипников червяка и червячного колеса, крышку корпуса (при разъемном корпусе), снять вал червяка и вал червячного колеса в сборе. Идентифицировать узлы и детали редуктора.

5. Определить тип червяка по форме образующей поверхности (цилиндрический, глобоидный).

6. Определить направление винтовой линии червяка (левая, правая).

7. Определить к какому конструктивному типу относится червячное колесо (биметаллическое, бандажированное, болтовое).

8. Подсчитать число зубьев колеса Z_2 и число витков червяка Z_1 .

Примечание: под числом витков червяка понимают число заходов резьбы винта – червяка.

9. Определить передаточное число редуктора $u = Z_2/Z_1$.

10. Определить осевой шаг червяка и модуль зацепления. Для чего отсчитать четыре-пять (n) шагов на червяке, измерить расстояние L (рис. 11) между одноименными точками на профилях, вычислить расчетный осевой шаг червяка $p = L / n$ и модуль $m = p / p$.

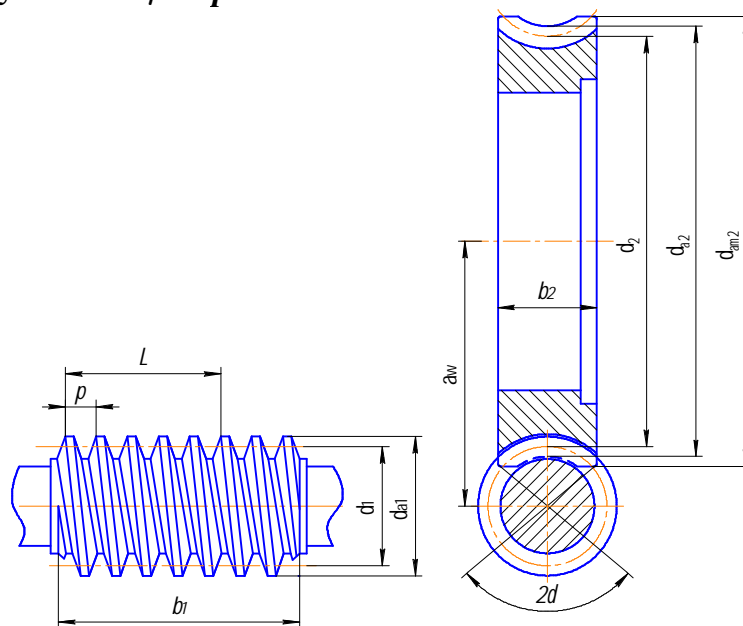


Рис.11. Геометрические параметры червячной передачи

Полученное значение модуля округлить до ближайшего из значений стандартного ряда модулей согласно ГОСТ 2144-76*.

Таблица 1. Ряд модулей и коэффициентов диаметра червяка (из ГОСТ 2144-76*)

$m, мм$	2,00	2,5	(3,0)	3,15	(3,5)	4,0	5,0	(6,0)	6,3	(7,0)	8,0
q	8,0	8,0	10,0	8,0	10,0	8,0	8,0	9,0	8,0	12,0	8,0
	10,0	10,0	12,0	10,0	12,0	10,0	10,0	10,0	10,0		10,0
	12,5	12,5		12,5	14,0	12,5	12,5		12,5		12,5
	16,0	16,0		16,0		16,0	16,0		16,0		16,0
	20,0	20,0		20,0		20,0	20,0		20,0		20,0
	25,0	25,0		25,0		25,0	25,0		25,0		25,0

Примечание: Значения модулей, не заключенные в скобки, являются предпочтительными.

11. Замерить диаметр вершин червяка d_{a1} и определить делительный диаметр червяка d_1 : $d_1 = d_{a1} - 2m$;

12. Вычислить коэффициент диаметра червяка q : $q = d_1/m$.

Согласовать полученное значение q согласно стандартному ряду по ГОСТ 2144-76 для данного модуля (табл. 1).

13. По найденным значениям параметров вычислить делительное межосевое расстояние передачи a : $a = 0,5(Z_2 + q)m$.

Несовпадение фактического (a_w) и делительного (a) межосевых расстояний свидетельствует о том, что червячное колесо нарезано со смещением, величина которого оценивается коэффициентом смещения x :

$$x = \frac{a_w - a}{m} = \frac{a_w}{m} - 0,5(q + z_2).$$

Примечание: Обычно коэффициент смещения лежит в пределах $-0,5 \leq x \leq 0,5$.

14. Измерить длину нарезанной части червяка b_1 .

15. Определить делительный диаметр червячного колеса: $d_2 = Z_2 \cdot m$.

16. Измерить ширину венца червячного колеса b_2 .

17. Определить условный угол обхвата $2g = 2 \arcsin\left(\frac{b_2}{d_{a1} - 0,5m}\right)$.

18. Проанализировав конструкцию механизма и отдельных его деталей и сопоставив с рис. 8, выполнить вертикальный разрез редуктора в сборе плоскостью, проходящей через ось червячного колеса. Разрез выполнять при помощи чертежных инструментов.

19. Собрать механизм, обратив особое внимание на принципиальную возможность регулировки редуктора согласно п.1.3.

20. Оформить отчет по работе (см. п. 8).

Таблица 2. - Конструктивные особенности редуктора и параметры передачи

Конструктивные особенности редуктора	Исполнение	
Тип корпуса редуктора (<i>с разъемом, без разъема</i>)		
Расположение червяка (<i>верхнее, нижнее</i>)		
Тип червяка (<i>цилиндрический, глобоидный</i>)		
Направление винтовой линии (<i>правое, левое</i>)		
Конструктивное исполнение колеса (<i>рис.5</i>)		
Параметр	Условное обозначение	Численное значение
Межосевое расстояние, мм - измеренное; - принятое по ГОСТ 2144-76*	a'_w a_w	
Число витков червяка	z_1	
Число зубьев червячного колеса	z_2	
Передаточное число	u	
Шаг червяка осевой, мм	p	
Модуль зацепления, мм - вычисленный; - согласованный с ГОСТ 2144-76	m' m	
Диаметр вершин червяка, мм	d_{a1}	
Делительный диаметр червяка, мм	d_1	
Коэффициент диаметра червяка - вычисленный; - согласованный с ГОСТ 2144-76	q	
Делительное межосевое расстояние, мм	a	
Коэффициент смещения червяка	x	
Длина нарезанной части червяка, мм	b_1	
Делительный диаметр червячного колеса, мм	d_2	
Ширина венца червячного колеса, мм	b_2	
Условный угол обхвата, град.	2γ	

ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет выполняется каждым студентом на листах формата А4, оформленных по форме 2а согласно ГОСТ 2.105-97.

Листы отчета заполняются с одной стороны.

Чертежи и схемы выполняются карандашом.

Отчет должен содержать:

- титульный лист, оформленный в соответствии с установленными требованиями;
- задачи работы;
- основные положения;
- таблицу для записи и обработки результатов измерений;
- эскиз узла редуктора с регулировочными элементами. Если нет указаний преподавателя, то выполняется эскиз узла червячного колеса с разрезом по оси вала, по аналогии с рис. 8.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Какой передаточный механизм называют редуктором?
2. Какой редуктор называют червячным, назначение червячного редуктора.
3. Какие схемы исполнения червячных редукторов (по расположению червяка) могут быть?
4. Что отличает червячные передачи с глобоидным и цилиндрическим червяком?
5. Какими основными параметрами определяется червячная передача?
6. Что понимают под числом витков червяка (Z_1)?
7. Что понимают под осевым шагом червяка (p)?
8. Что понимают под модулем зацепления (m) и почему он должен быть стандартным?
9. Что понимают под коэффициентом диаметра червяка (q) и почему он должен быть стандартным?
10. Достоинства и недостатки червячных передач.
11. Какие геометрические и кинематические особенности зацепления обуславливают недостатки червячных передач?
12. Что понимают под самоторможением в передаточном механизме?
13. Какие материалы используют для изготовления червяка и червячного колеса?
14. Почему червячные колеса делают составными?
15. Чем определяется выбор материала венца червячного колеса?
16. Какого типа подшипники и почему используют в качестве опор вала червячного колеса (вала червяка)?

17. Чем объясняется необходимость регулировки подшипников и какими элементами редуктора она выполняется?
18. Чем обусловлена необходимость регулировки червячного зацепления, цель регулировки?
19. Какими способами может осуществляться регулировка червячного зацепления?
20. Каким образом регулируется зацепление в исследуемом редукторе?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Левитан Ю. В. и др. Червячные редукторы : справочник / Ю. В. Левитан, В. П. Обморнов, В. И. Васильев. – Л. : Машиностроение, 1985. с.
2. Детали машин и основы конструирования : учеб. для вузов / Г. И. Рощин, Е. А. Самойлов, Н. А. Алексеева и др.; под. ред. Г. И. Рощина и Е. А. Самойлова. – М. : Дрофа, 2006. с. 176-182.
3. Решетов Д. Н. Детали машин : учебник / Д. Н. Решетов – 4 – е- изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение. 1989. с. 228-237, 243-245.
4. Иванов М. Н. Детали машин : учебник / М. Н. Иванов, В. А. Финогенов. – 10-е изд. испр. – М. : Высш. шк., 2006. с. 210-219.

Главный редактор Л. А. Суевалова
Редактор Н. Г. Петряева

Подписано в печать 00.00.08 Формат 60x84 1/16.
Бумага писчая. Гарнитура «Таймс». Печать цифровая.
Усл. печ. л. 1,16. Тираж 350 экз. Заказ .

Издательство Тихоокеанского государственного университета.
680035, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136.

Отдел оперативной полиграфии издательства
Тихоокеанского государственного университета.
680035, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136.