

ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)

II издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 17-19 июня 2008 г., г. Свиноустье, Республика Польша

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 3-6 ноября 2008 г., Комитет ОСЖД, г. Варшава

Дата вступления в силу: 6 ноября 2008 г.

Примечание. Теряет силу I издание Памятки от 25.01.1977 г.

**Р
671**

**РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРИМЕНЕНИЮ СИСТЕМ ПОДВЕСКИ
ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И ПРИВОДОВ КОЛЕСНЫХ ПАР
ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

СОДЕРЖАНИЕ

- 1 Область применения
- 2 Классификация систем подвески тяговых двигателей
- 3 Опорно-осевые системы подвески
 - 3.1 Опорно-осевая подвеска тягового двигателя с жестким односторонним приводом
 - 3.2 Опорно-осевая подвеска тягового двигателя с жестким двухсторонним приводом
 - 3.3 Опорно-осевая подвеска тягового двигателя с эластичным приводом
 - 3.4 Опорно-осевая подвеска тягового двигателя с эластичным приводом
- 4 Опорно-рамные системы подвески
 - 4.1 Общие конструктивные особенности
 - 4.2 Общие эксплуатационные преимущества
 - 4.3 Общие конструктивные и эксплуатационные недостатки
 - 4.4 Приводы с карданным валом
 - 4.4.1 Опорно-рамная подвеска тягового двигателя с карданным приводом (карданный вал внутри якоря тягового двигателя)
 - 4.4.2 Опорно-рамная подвеска тягового двигателя с эластичным приводом ведущего вала двухступенчатого редуктора и предохранительной муфтой на этом валу...
 - 4.4.3 Варианты соединений карданных приводов
 - 4.4.4 Опорно-рамная подвеска тягового двигателя с карданным приводом осевого редуктора
 - 4.4.5 Опорно-рамная подвеска гидротрансформатора с карданным приводом осевого редуктора
 - 4.4.6 Преимущества и недостатки поперечного и продольного расположений оси тягового двигателя по отношению к оси тягового подвижного состава
 - 4.4.7 Опорно-рамная подвеска тягового двигателя с карданным приводом (карданный вал между зубчатой передачей и ведомой осью)
 - 4.4.8 Опорно-рамная подвеска тягового двигателя с эластичным шарнирным или пружинным приводами
 - 4.4.9 Опорно-рамная подвеска тягового двигателя с эластичным приводом (резино-кордные муфты)
 - 4.4.10 Опорно-рамная подвеска тягового двигателя с групповым мономоторным приводом
- Приложение А
Рекомендации по области применения определенных систем подвески тяговых двигателей и приводов колесных пар тягового подвижного состава
- Приложение Б
Принципиальные схемы подвески тяговых двигателей с приводами колесных пар

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящие Рекомендации по системам подвески тяговых двигателей и приводов подвижного состава (далее – Рекомендации) могут быть применены при выборе системы подвески тяговых двигателей и приводов колесных пар новых локомотивов и моторвагонных поездов.

1.2 Рекомендации распространяются на весь тяговый подвижной состав.

1.3 Рекомендации разработаны согласно конструкторской и технологической документации, правил, инструкций и инструктивных указаний, действующих в системе Организации сотрудничества железных дорог (ОСЖД).

2 КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ПОДВЕСКИ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

2.1 На практике различают две основные системы подвески тяговых двигателей:

- опорно-осевые;
- опорно-рамные.

2.2 При опорно-осевых системах часть массы тягового двигателя передается на ось колесной пары, а другая часть массы - на подрессоренную деталь подвижного состава.

2.3 При опорно-рамных системах вся масса тягового двигателя полностью передается на подрессоренную часть тягового подвижного состава.

3 ОПОРНО-ОСЕВЫЕ СИСТЕМЫ ПОДВЕСКИ

3.1 Опорно-осевая подвеска тягового двигателя с жестким односторонним приводом.

3.1.1 Элементы конструкции подвески и привода (см. рисунок Б.1).

3.1.1.1 Часть массы тягового двигателя (поз. 1) при помощи скользящих или роликовых подшипников (поз. 4) передается на ось колесной пары, а другая часть – через эластичную подвеску (поз. 6) – на раму тележки (поз. 7) или на раму тягового подвижного состава.

3.1.1.2 Тяговый двигатель при помощи шестерни (поз. 2), расположенной на его валу, приводит в движение зубчатое колесо (поз. 3), посаженное жестко на ось колесной пары (поз. 5).

3.1.1.3 При одностороннем приводе применяются, как правило, только прямозубые шестерни, исключаяющие осевые нагрузки в зубчатой передаче.

3.1.2 Конструктивные и эксплуатационные преимущества:

- а) простота конструкции;
- б) надежность в эксплуатации в определенных пределах скорости;
- в) относительно небольшие затраты на техническое обслуживание зубчатой передачи.

3.1.3 Недостатки жесткого одностороннего привода:

- а) при превышении определенного предела скорости происходит сильное увеличение динамических нагрузок от оси на путь, так как вследствие наличия неподрессоренной части веса двигателя, опирающегося на ось, увеличивается общий неподрессоренный вес единицы подвижного состава;
- б) большие ускорения тягового двигателя в вертикальной и горизонтальной плоскостях, так как динамические усилия, возникающие в результате неровности пути, передаются от оси колесной пары к тяговому двигателю через жесткие части. В итоге ухудшаются условия работы тягового двигателя;
- в) сильные динамические воздействия на зубчатые колеса, так как при вертикальных ускорениях оси колесной пары якорь тягового двигателя получает вращательное ускорение;
- г) большая динамическая нагрузка на ось колесной пары вследствие причин, изложенных в б) и в).

3.1.4 Недостатки, изложенные в пунктах 3.1.3, а), б), г) могут быть уменьшены за счет применения резиновых элементов между бандажом и колесным центром, однако это значительно усложняет конструкцию колесной пары.

3.2 Опорно-осевая подвеска тягового двигателя с жестким двухсторонним приводом

3.2.1 Элементы конструкции подвески и привода (см. рисунок Б.2)

3.2.1.1 Как и при одностороннем приводе, часть веса тягового двигателя (поз. 1) при помощи скользящих или роликовых подшипников (поз. 4) передается на ось колесной пары (поз. 5), а другая часть – через эластичную подвеску (поз. 6) – на раму тележки (поз. 7).

3.2.1.2 Тяговый двигатель при помощи двух шестерен (поз. 2), расположенных на его валу, приводит в движение зубчатые колеса (поз. 3), жестко посаженные на ступицу центра колесной пары.

3.2.1.3 При двухстороннем приводе применяются как правило только косозубые шестерни, компенсирующие осевые нагрузки и позволяющие уменьшить их по ширине в сравнении с прямозубыми шестернями.

3.2.2 Конструктивные и эксплуатационные преимущества те же, что изложены в пункте 3.1.2.

3.2.3 Недостатки жесткого двухстороннего привода такие же, как оговорено в пункте 3.1.3.

3.3 Опорно-осевая подвеска тягового двигателя с эластичным приводом

3.3.1 Элементы конструкции подвески и привода (см. рисунок, Б.3)

3.3.1.1 Конструктивные особенности такие же, как и в пункте 3.1.1.1, при этом, как правило, между венцом большого зубчатого колеса и его центром, реже в шестерне, располагаются эластичные элементы, которые придают приводу некоторую эластичность.

3.3.1.2 При эластичном приводе могут применяться прямозубые и косозубые шестерни и зубчатые колеса.

3.3.1.3 Конструктивные и эксплуатационные преимущества:

- а) те же, что и в пункте 3.1.2, б), в);
- б) улучшаются условия работы зубчатой передачи и тягового двигателя, в том числе и его коллектора при трогании с места.

3.3.1.4 Недостатки привода с эластичными элементами:

- а) такие же, как и в пункте 3.1.3, а), б), г);
- б) по сравнению с жестким приводом возникают дополнительные места износа на подвижных элементах эластичного зубчатого колеса.

3.4 Опорно-осевая подвеска тягового двигателя с эластичным приводом

3.4.1 Элементы конструкции подвески и привода (см. рисунок Б.4).

3.4.1.1 Часть веса тягового двигателя (поз. 1) при помощи подшипников (поз. 4) передается на полый вал (поз.5), внутри которого находится ось колесной пары (поз. 8). Полый вал с помощью эластичных элементов (поз. 6 или поз. 7) соединен с центром колесной пары, то есть подрессорен в радиальном и тангенциальном направлениях. Остальная часть веса тягового двигателя передается на раму (поз. 10) посредством эластичной подвески (поз. 9).

3.4.1.2 Передача крутящего момента от тягового двигателя к колесной паре при выбранной системе происходит через шестерни, укрепленные на валу тягового двигателя, зубчатые колеса, расположенные на полом валу и элементы эластичности, соединяющие зубчатые колеса с двигающими колесными парами.

3.4.1.3 Привод может быть односторонним и двухсторонним, в последнем случае применяются как прямозубые, так и косозубые шестерни и зубчатые колеса.

3.4.1.4 Конструктивные и эксплуатационные преимущества:

- а) уменьшаются динамические нагрузки от колесной пары на путь, так как двигатель опирается на колесную пару через систему рессорного подвешивания;
- б) уменьшаются вертикальные и горизонтальные ускорения тягового двигателя;
- в) снижаются динамические нагрузки на шестерни и на вал тягового двигателя;
- г) снижается шум при движении тягового подвижного состава;
- д) снижается объем работы по содержанию тягового двигателя;
- е) снижаются динамические воздействия на моторно-осевые подшипники, что позволяет применять роликовые подшипники, требующие меньшего ухода в эксплуатации;
- ж) поворачивание якоря при пуске тягового двигателя в момент покоя колесной пары.

3.4.1.5 Недостатки эластичного привода:

- а) повышается стоимость тягово-подвижного состава и расходы на содержание полого вала и связанных с ним деталей, в том числе и эластичных элементов;
- б) при применении опорно-осевых роликовых подшипников повышаются расходы, связанные с их заменой (снятие колеса с оси).

4 ОПОРНО-РАМНЫЕ СИСТЕМЫ ПОДВЕСКИ

4.1 Общие конструктивные особенности

Вес тягового двигателя полностью передается на подрессоренную часть тягового подвижного состава.

Для выравнивания переменного расстояния между тяговым двигателем и осью колесной пары используются специальные детали (карданные валы, карданные механизмы, эластичные элементы).

4.2 Общие эксплуатационные преимущества

4.2.1 Улучшение динамических качеств локомотива или моторного вагона вследствие полного подрессоривания частей тягового двигателя.

4.2.2 Значительное улучшение условий работы тяговых двигателей, на которых не действуют жесткие удары при прохождении колесной пары неровностей пути, и, как следствие, уменьшение расстройств отдельных узлов двигателей и лучшая их коммутация, то есть меньшие расходы на их содержание и ремонт.

4.3 Общие конструктивные и эксплуатационные недостатки

4.3.1 Более дорогая и более сложная конструкция самого привода.

4.3.2 Более высокие расходы на содержание и ремонт привода.

4.4 Приводы с карданным валом

4.4.1 Опорно-рамная подвеска тягового двигателя с карданным приводом (карданный вал внутри якоря тягового двигателя).

4.4.1.1 Элементы конструкции подвески и привода (см. рисунок Б.5)

Карданный вал (поз. 5), находящийся внутри якоря тягового двигателя (поз. 1), соединен с помощью карданов и муфт (поз. 3 и поз. 4) с одной стороны с якорем тягового двигателя (поз. 2), а с другой стороны – с шестерней (поз. 6).

4.4.1.2 Зубчатая передача располагается внутри кожуха редуктора (поз. 7), который с помощью подшипников (поз. 9) опирается с одной стороны на ось колесной пары (поз. 10), с другой – эластично подвешивается на раме тележки (поз. 11).

4.4.1.3 У отдельных конструкций эта система позволяет также аксиальную подвижность. В большинстве случаев карданный вал изготовлен как торсионный, придающий приводу значительную эластичность.

4.4.2 Опорно-рамная подвеска тягового двигателя с эластичным приводом ведущего вала двухступенчатого редуктора и предохранительной муфтой на этом валу.

4.4.2.1 Элементы конструкции подвески и привода (см. рисунок Б.6).

4.4.2.2 Вал якоря (поз. 2) тягового двигателя (поз. 1) соединен при помощи эластичной пластинчатой муфты (поз. 4) с промежуточным валом (поз. 5) двухступенчатого цилиндрического редуктора.

4.4.2.3 Входной вал (поз. 6) тягового редуктора имеет предохранительную муфту (поз. 8), предохраняющую повреждение валов в случае заклинивания вращающихся частей.

4.4.2.4 Ступени зубчатой передачи (поз. 7 и поз. 10) расположены внутри кожуха редуктора (поз. 9), который с помощью конических подшипников (поз. 11) опирается с одной стороны на ось колесной пары (поз. 12), а с другой – эластично подвешивается на раме тележки (поз. 3).

4.4.2.5 Тяговый двигатель подвешен на раме тележки (поз. 3) в трех точках.

4.4.3 Варианты соединений карданных приводов (см. рисунок Б.7).

4.4.3.1 Карданы или муфты состоят либо из эластичных стальных или резиновых элементов [рисунок Б.7, а), г), ж)], либо из шарниров [рисунок Б.7, б), в)], или зубчатых муфт [рисунок Б.7, д)].

4.4.3.2 В большинстве случаев ось тягового двигателя и карданный вал ориентированы поперечно относительно продольной оси тягового подвижного состава. В некоторых случаях (особенно у моторных вагонов) ось тягового двигателя и карданный вал ориентированы параллельно продольной оси тягового подвижного состава.

4.4.4 Опорно-рамная подвеска тягового двигателя с карданным приводом осевого редуктора (см. рисунок Б.8).

4.4.4.1 Тяговый двигатель (поз. 2), закрепленный на раме вагона (поз. 1), передает при помощи карданного вала (поз. 3), с продольной муфтой (поз. 4) крутящий момент на расположенные на осях колесных пар зубчатые передачи (поз. 5).

Последние обычно, кроме конических шестерен (поз. 6), образующих одну ступень передачи, имеют еще вторую ступень, состоящую из прямозубых шестерен (поз. 7). Коробка зубчатой передачи имеет эластичную подвеску (поз. 8) на раме тележки (поз. 9).

4.4.5 Опорно-рамная подвеска гидротрансформатора с карданным приводом осевого редуктора (см. рисунок Б.9).

4.4.5.1 Конструктивные особенности этой подвески состоят в том, что к подрессоренной раме тепловоза жестко закреплен гидротрансформатор (поз. 1) и коробка передач (поз. 2).

Коробка передач при помощи карданных валов (поз. 3) и продольных муфт (поз. 4) передает крутящий момент на конические шестерни двух осевых редукторов (поз. 5), которые приводят во вращение колесные пары (поз. 9).

4.4.5.2 Кожухи осевых редукторов через эластичную подвеску (поз. 6) подвешены к раме тележки (поз. 7).

4.4.6 Преимущества и недостатки поперечного и продольного расположения оси тягового двигателя по отношению к оси тягового подвижного состава.

4.4.6.1 Преимущества поперечного расположения оси тягового двигателя:

а) равномерная передача вращающего момента в угловых скоростях, в результате чего не возникают внешние динамические и неуравновешенные силы;

б) масса деталей привода по сравнению с приводом 4.4.7 меньше, так как эти детали передают относительно малый вращающий момент;

в) пространство расположения тягового двигателя либо гидротрансформатора по сравнению с приводами 4.4.7 и 3.4 не ограничено узлами привода;

г) по сравнению с приводами 4.4.7 и 3.4 большое зубчатое колесо жестко соединено с осью колесной пары; в связи с этим оно может иметь максимальный диаметр, потому что расстояние до головки рельса не меняется.

д) по сравнению с приводом 4.4.7 карданный вал выравнивает только часть рессорного сдвига между рамой тележки и осью колесной пары, так как малая шестерня вследствие эластичной подвески корпуса зубчатой передачи на раме тележки совершает движение относительно малой амплитуды по сравнению с осью колесной пары. Кроме преимущества а) отмечается также наличие малых внутренних динамических сил;

е) улучшение условий работы зубчатой передачи вследствие точного взаимного расположения малой и большой шестерен в одном корпусе и двухстороннего расположения малой шестерни на подшипниках;

ж) по сравнению с приводом 4.4.8 не возникают пульсации вращающего момента и дополнительные усилия при отклонениях вследствие недостаточной точности при монтаже и изготовлении системы, что позволяет снизить требования к точности монтажа;

з) применение эластичных карданных валов или муфт (например рисунок Б.7,ж) придает эластичность приводу, что благоприятным образом сказывается на работе тягового двигателя;

и) применение элементов с аксиальным сдвигом позволяет использовать колесные пары с поперечным сдвигом (например, на трехосных тележках, или для снижения динамических восстанавливающих сил).

4.4.6.2 Преимущества продольного расположения тягового двигателя.

Кроме преимуществ, перечисленных в 4.4.6.1 а), г), е) и ж), которые свойственны поперечному расположению тягового двигателя, имеются еще следующие:

а) двухступенчатое подрессоривание тягового двигателя при его подвеске на раме кузова тягового подвижного состава;

б) возможность увеличения размеров тягового двигателя, а в связи с этим и мощности, при его подвеске на раме кузова по сравнению с подвеской на раме тележки;

в) облегчается доступ к тяговому двигателю при его обслуживании и ремонте;

г) уменьшение массы тележки вследствие подвески тягового двигателя на раме кузова и улучшение динамических ходовых качеств тягового подвижного состава;

д) сдвиг колесных пар в поперечном направлении не затрудняется.

4.4.6.3 Недостатки поперечного расположения тягового двигателя:

а) по сравнению с приводом 4.4.7 и 4.4.8 повышается неподрессоренная масса вследствие неподрессоренности зубчатого колеса и шестерни, расположенной на оси колесной пары и части корпуса зубчатой передачи;

б) тяжелые условия работы подшипника корпуса зубчатой передачи, установленного на оси колесной пары;

в) необходимость распрессовки колесной пары при смене подшипника корпуса зубчатой передачи;

г) увеличенный диаметр одного или обоих якорных подшипников тягового двигателя;

д) привод не всегда имеет оптимальный угол, потому что упругие деформации вызывают угловые ускорения на малой шестерне, которые

передаются через карданный вал на тяговый двигатель и способствуют возникновению сил инерции. Эластичные карданные валы и муфты поглощают эти силы;

е) муфты, не имеющие специального сдвига, не позволяют применять колесные пары с поперечным сдвигом либо затрудняют их движение. При этом они передают большие аксиальные усилия на тяговый двигатель (например, муфты на рисунке Б.7, а), г);

и) муфты, имеющие большой радиус (например, на рисунке Б.7а), г), должны быть хорошо отцентрированы (уравновешены);

з) применяется только односторонний привод, что затрудняет использование косозубых шестерней.

4.4.6.4 Недостатки продольного расположения тягового двигателя:

Кроме недостатков, перечисленных в 4.4.6.3 а), б), в) и д), которые свойственны поперечному расположению тягового двигателя, имеются еще следующие:

а) значительное возрастание сложности и тем самым увеличения стоимости зубчатой передачи;

б) повышение расходов на техническое обслуживание зубчатой передачи. Передачи с коническими шестернями обычно долговечнее передач с прямозубыми шестернями;

в) необходимость большей точности монтажа при ремонте зубчатой передачи;

г) увеличение неподрессоренного веса подвижного состава за счет сравнительно большего веса зубчатой передачи.

4.4.7 Опорно-рамная подвеска тягового двигателя с карданным приводом (карданный вал между зубчатой передачей и ведомой осью) (см. рисунок Б.10).

4.4.7.1 Тяговый двигатель (поз. 1) при помощи малой шестерни (поз. 2) приводит в движение зубчатое колесо (поз. 3), которое вращается на подшипниках на опоре (поз. 5), закрепленной жестко на тяговом двигателе. Зубчатое колесо приводит в движение посредством карданной муфты (поз. 4) полый карданный вал (поз. 8), который охватывает ось колесной пары (поз. 7). Карданный вал в свою очередь посредством карданной муфты (поз. 4) приводит в движение колесную пару.

4.4.7.2 Карданные муфты могут быть выполнены в виде шарнирной муфты (рисунок Б.10 ,б), резино-кольцевой муфты (рисунок Б.10, в) и поводковой муфты (рисунок Б.10, г).

4.4.7.3 В результате применения муфты поводкового типа может быть получен поперечный сдвиг колесной пары по отношению к раме тележки и тяговому двигателю. Резиновые муфты дают упругость на кручение.

4.4.7.4 Обычно ось тягового двигателя устанавливается поперечно продольной оси локомотива. Привод с параллельным расположением оси тягового двигателя относительно продольной оси локомотива не используется на

локомотивах и применяется только на подвижном составе пригородного сообщения.

4.4.7.5 Конструктивные и технологические преимущества:

а) карданный привод равномерно передает вращающий момент и угловую скорость, что позволяет избежать появления внешних и неуравновешенных сил, поэтому требования к точности монтажа карданного вала (центрирование полого вала и оси колесной пары) не очень высокие;

б) привод имеет оптимальную угловую фиксацию.

4.4.7.6 Недостатки системы подвески:

а) сравнительно большая масса полого карданного вала и карданных муфт по сравнению с приводом 4.4.1;

б) пространство для тягового двигателя ограничивается карданным полым валом и пространством, необходимым для его сдвигов;

в) ограничен максимальный диаметр зубчатого колеса из-за наличия упругой деформации эластичных элементов, приводящих к нарушению расстояния между зубчатым колесом и рельсом, и не позволяющим увеличить число оборотов тягового двигателя;

г) карданный вал должен выровнять ход подрессоривания тележки, что в соединении с недостатком а) вызывает появление сравнительно больших динамических сил на карданном полом вале и нагрузок на карданных муфтах;

д) возможно применение только одностороннего привода, что заставляет использовать прямозубые шестерни большой ширины, применение косозубых шестерней затруднено;

е) увеличивается масса колесной пары до 50 % из-за наличия полого карданного вала и муфт.

4.4.8 Опорно-рамная подвеска тягового двигателя с эластичным шарнирным или пружинным приводами (см.рис. Б.11)

4.4.8.1 Относительное перемещение тягового двигателя и колесной пары компенсируется применением шарниров или кулачков с элементами эластичности.

4.4.8.2 Конструктивные особенности подвески состоят в том, что тяговый двигатель (поз. 1), вся масса которого полностью передается на подрессоренную часть тягового подвижного состава, передает вращающий момент посредством малой шестерни (поз. 2), укрепленной на валу двигателя, зубчатому колесу (поз. 4), посаженному на полом валу (поз. 3), внутри которого перемещается ось колесной пары (поз. 5). Пोलый вал вращается в подшипниках, укрепленных в остова тягового двигателя. Зубчатое колесо с помощью шарниров или кулачков с элементами эластичности (сайлентблоками, пружинами) (поз. 7) приводит во вращение колесную пару.

4.4.8.3 Эластичные элементы привода или защищены тем, что они располагаются в выемках большого зубчатого колеса или открыты между спицами колеса.

4.4.8.4 Преимущества привода с полой осью:

- а) неподрессоренная масса тягового двигателя не увеличивается за счет неподрессоренных узлов привода, которые в данном случае имеют минимальную неподрессоренную массу;
- б) подшипники полого вала установлены на поддрессоренной части;
- в) возможен двухсторонний привод, что позволяет использовать узкие косозубые шестерни;
- г) возможен поперечный сдвиг колесной пары относительно рамы тележки;
- д) эластичные элементы придают приводу дополнительную эластичность при кручении.

4.4.8.5 Недостатки привода с полой осью:

- а) неуравновешенные силы при радиальном отклонении оси колесной пары и полого вала, которые возникают при больших скоростях;
- б) шарнирные системы не имеют точной угловой фиксации. Возникновение динамических усилий при прогибе рессор тележки вследствие неточной угловой фиксации можно предупредить, расположить правую и левую шарнирную систему под углом 90° по отношению друг к другу. Дополнительные усилия, возникающие в системе, поглощаются в шарнирах сайлентблоками;
- в) параллельное расположение некоторых эластичных элементов привода относительно рессор колесных пар тележки;
- г) жесткость в работе эластичных элементов у привода с эластичными элементами при радиальном отклонении полого вала относительно оси колесной пары;
- д) повышенные требования к точности монтажа шарнирных приводов, по сравнению с карданными приводами, в результате недостатков, перечисленных в а), б) и г).

4.4.9 Опорно-рамная подвеска тягового двигателя с эластичным приводом (резино-кордные муфты (см. рисунок Б.12))

4.4.9.1 Особенностью конструкции этой системы подвески является то, что весь вес тягового двигателя (поз. 1) передается поддрессоренной части рамы тележки. К тяговому двигателю прикреплена жестко опора (поз. 5), в подшипниках которой вращается зубчатое колесо (поз. 4), получающее движение от шестерни (поз. 3), укрепленной на валу тягового двигателя.

4.4.9.2 Кожух прямозубого редуктора эластично подвешен к раме тележки.

4.4.9.3 Преимущества системы подвески

Кроме преимуществ, перечисленных в 4.4.8.4 имеются следующие:

- а) резино-кордные муфты состоят из упругих элементов, колец, тарелок, соединенных деталями крепления, что позволяет компенсировать взаимные угловые и линейные перемещения между тяговым двигателем, редуктором и колесной парой;

б) привод защищает зубчатую передачу и тяговый двигатель от динамических воздействий со стороны пути при движении тягового состава, повышает тяговые качества локомотива за счет упругости резино-кордной муфты.

4.4.9.4 Недостатки системы подвески.

Кроме недостатков, перечисленных в 4.4.8.5, имеются следующие:

а) сложность конструкции привода, что значительно увеличивает расходы по его уходу и ремонту;

б) в приводе использован дополнительный узел – опора зубчатого колеса, что значительно увеличивает неподрессоренный вес подвижного состава.

4.4.10 Опорно-рамная подвеска тягового двигателя с групповым мономоторным приводом (см. рисунок Б.13)

4.4.10.1 Конструктивной особенностью данной системы подвески является то, что колесные пары двухосных или трехосных тележек соединены посредством промежуточных зубчатых колес таким образом, что все колесные пары имеют одинаковое число оборотов. Обычно соединенные колесные пары приводятся в движение только одним тяговым двигателем (мономоторный привод). В некоторых случаях между двигателем и колесными парами устанавливается муфта и промежуточная зубчатая передача, которая позволяет на локомотиве, находящемся в покое, изменять передаточное число между двигателем и осями.

4.4.10.2 Крутящий момент от тягового двигателя (поз. 1) передается зубчатому редуктору (поз. 2). Зубчатые колеса, посаженные на полый вал (поз. 3), приводят во вращение полый вал с карданными соединениями (поз. 4), которые приводят во вращение колесную пару (поз. 5).

4.4.10.3 К групповому приводу относятся также представленные на рисунке Б.8 и рисунке Б.9 карданные приводы с продольно расположенными тяговыми двигателями.

4.4.10.4 Преимущества мономоторного привода:

а) из статистического распределения коэффициентов сцепления вдоль пути видно, что соединению осей свойственно несколько лучшее использование коэффициента сцепления;

б) при соединении осей колесных пар тележки не играет роли их разгрузка, действующая в пределах тележки. Таким образом становится возможным более эффективно использовать коэффициент сцепления, что вместе с преимуществом а) позволяет повысить тяговые усилия при пуске подвижного состава;

в) у мономоторного привода концентрация приводной мощности в одном двигателе позволяет снизить вес тягового двигателя и расходы на приобретение и содержание электрической части. Это преимущество, однако, в большей степени теряется из-за сложности зубчатой передачи;

г) у мономоторного привода малый вес двигателя, расположенного в середине тележки в соответствии с в) дает меньший момент инерции, что

благоприятным образом влияет на динамику хода тележки (малые, вертикальные и горизонтальные динамические силы);

д) при мономоторном приводе по сравнению с индивидуальным база тележки меньше;

е) мономоторные приводы с переключением передаточного числа позволяют применять локомотив в грузовой и пассажирской службе. Такая универсальность обеспечивает лучшую эксплуатацию локомотива.

4.4.10.5 Недостатки мономоторного привода:

а) блок зубчатой передачи по сравнению с индивидуальным приводом значительно сложнее, дороже и требует больших затрат на содержание;

б) допуски для диаметра круга катания колесных пар, связанных в тележке, малы. В случае необходимости обработки профиля бандажа одной из колесных пар нужно обрабатывать и остальные.

Приложение А
(справочное)

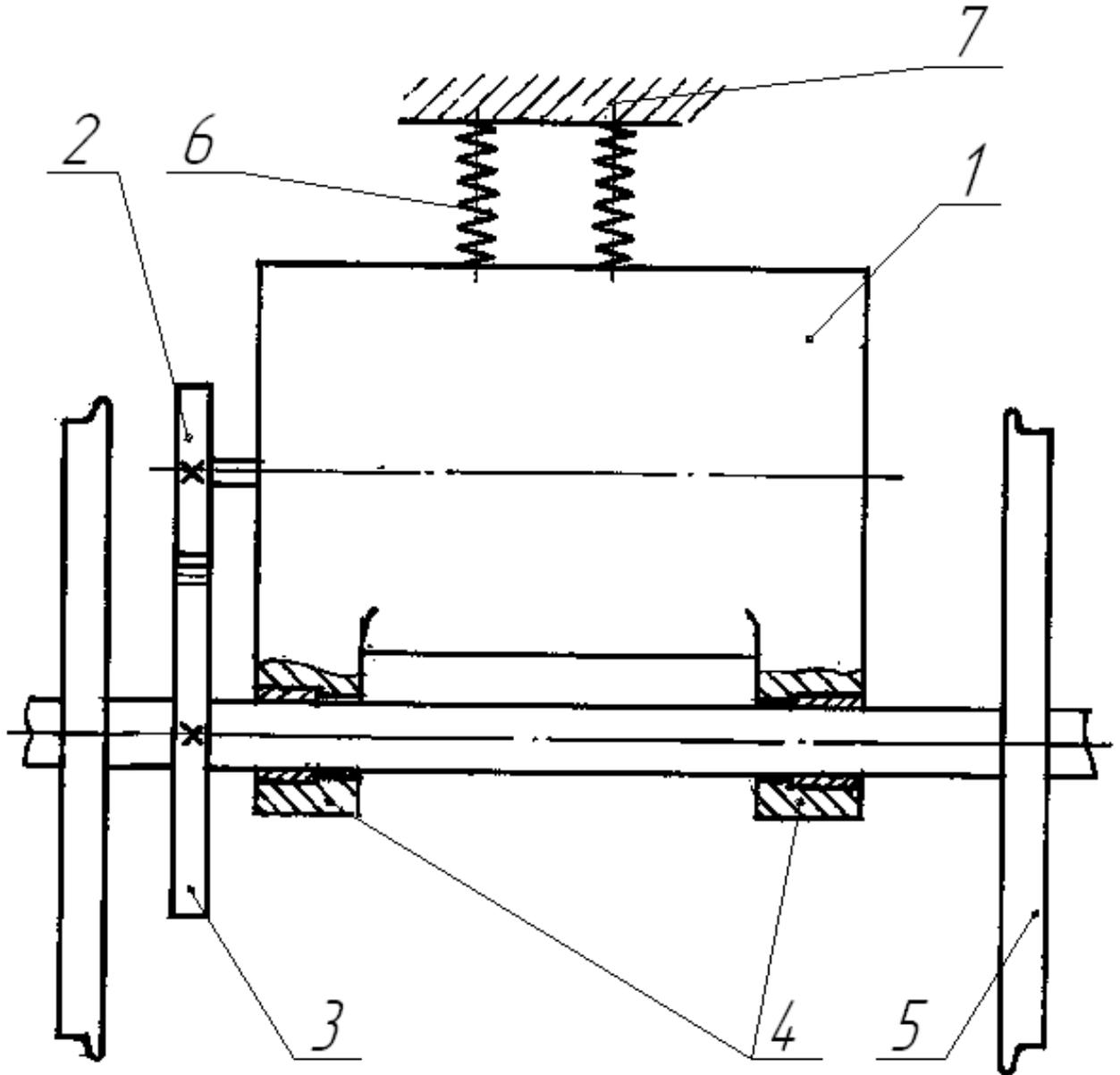
**Рекомендации по области применения определенных систем подвески тяговых двигателей
и приводов колесных пар тягового подвижного состава**

Таблица А.1

Система подвески тягового двигателя и привода колесной пары	Скорость движения тягового подвижного состава, км/ч, для колеи 1435 мм	Скорость движения тягового подвижного состава, км/ч, для колеи 1520 мм
Опорно-осевые системы		
Опорно-осевая подвеска тягового двигателя с жестким приводом	60-120; грузовые локомотивы с нагрузкой от оси до 21 т, включительно	80-100; грузовые локомотивы с нагрузкой от оси до 25 т, включительно
Опорно-осевая подвеска тягового двигателя с эластичным приводом	90-120; грузовые и пассажирские локомотивы с нагрузкой от оси до 23 т, включительно	90-120; грузовые локомотивы с нагрузкой от оси до 25 т, включительно
Опорно-центровая подвеска тягового двигателя с эластичным приводом	100-140; грузовые локомотивы с нагрузкой от оси до 21 т, включительно	100-140; грузовые локомотивы с нагрузкой от оси до 21,6 т, включительно
Опорно-рамные системы		
Привод с карданным и/или торсионным валом и/или упругой муфтой	60-80; грузовые локомотивы с нагрузкой от оси до 22 т, включительно	120-160; пассажирские локомотивы с нагрузкой от оси до 23 т, включительно
Карданный и/или торсионный вал и/или упругая муфта между тяговым двигателем и зубчатой передачей	90-120; грузовые локомотивы с нагрузкой от оси до 22 т, включительно	100-140; грузовые локомотивы с нагрузкой от оси до 25 т, включительно
Карданный вал, расположенный перпендикулярно продольной оси локомотива	90-200; моторные вагоны с нагрузкой от оси до 21 т, включительно	120-200; пассажирские локомотивы и моторные вагоны с нагрузкой от оси до 22 т, включительно
Карданный вал расположен в вертикальной плоскости, параллельной продольной оси локомотива	110-140; грузовые локомотивы и моторные вагоны с нагрузкой от оси до 22 т, включительно	110-140; пассажирские локомотивы и моторные вагоны с нагрузкой от оси до 22 т, включительно
Эластичный или пружинный привод расположен между зубчатой передачей и движущей колесной парой	150-200; пассажирские локомотивы с нагрузкой от оси до 21 т, включительно	150-200; пассажирские локомотивы и моторные вагоны с нагрузкой от оси до 22 т, включительно
Привод с полой осью	130-160; пассажирские локомотивы с нагрузкой от оси до 19 т, включительно	130-160; пассажирские локомотивы с нагрузкой от оси до 21,5 т, включительно
Групповой (мономоторный) привод	110-200; пассажирские и грузовые локомотивы с нагрузкой от оси до 19 т, включительно	110-200; пассажирские и грузовые локомотивы с нагрузкой от оси до 21 т, включительно

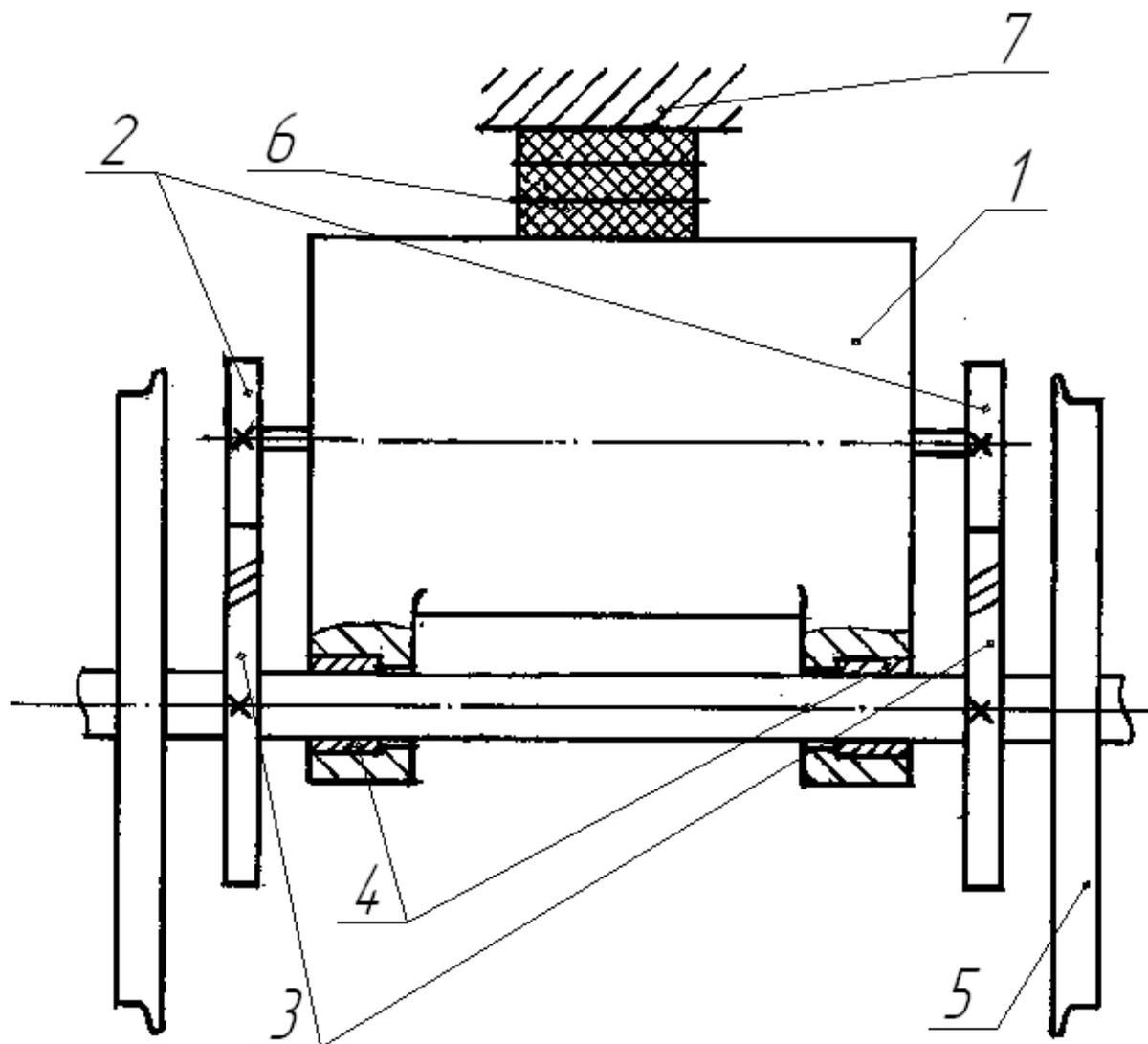
Приложение Б
(справочное)

Принципиальные схемы подвески тяговых двигателей
с приводами колесных пар



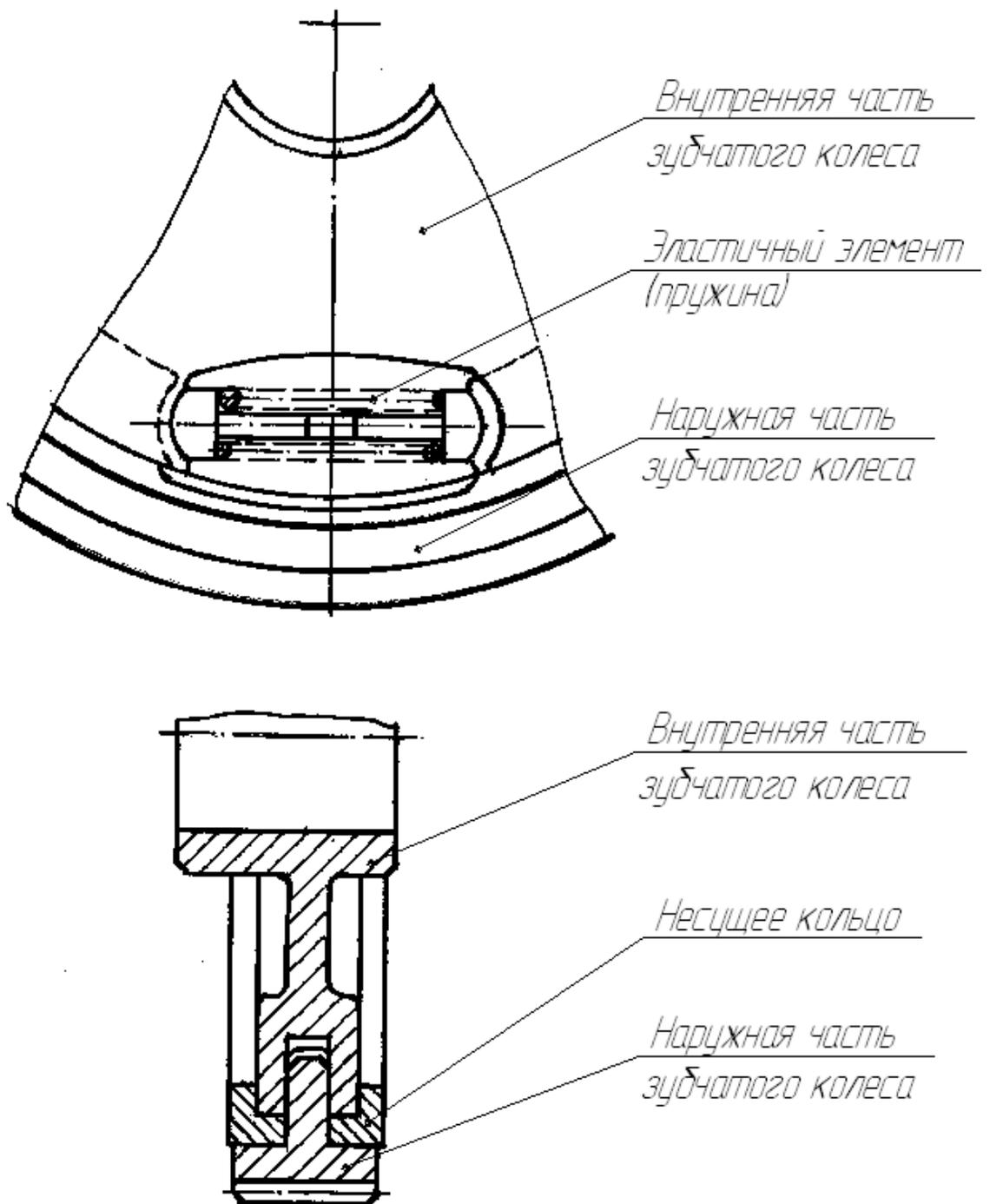
1 – тяговый двигатель; 2 – ведущая шестерня; 3 – ведомое зубчатое колесо;
4 – подшипники скольжения; 5 – колесная пара; 6 – подвеска эластичная;
7- рама тележки.

Рисунок Б.1 – Опорно-осевая подвеска тягового электродвигателя с жестким односторонним приводом.



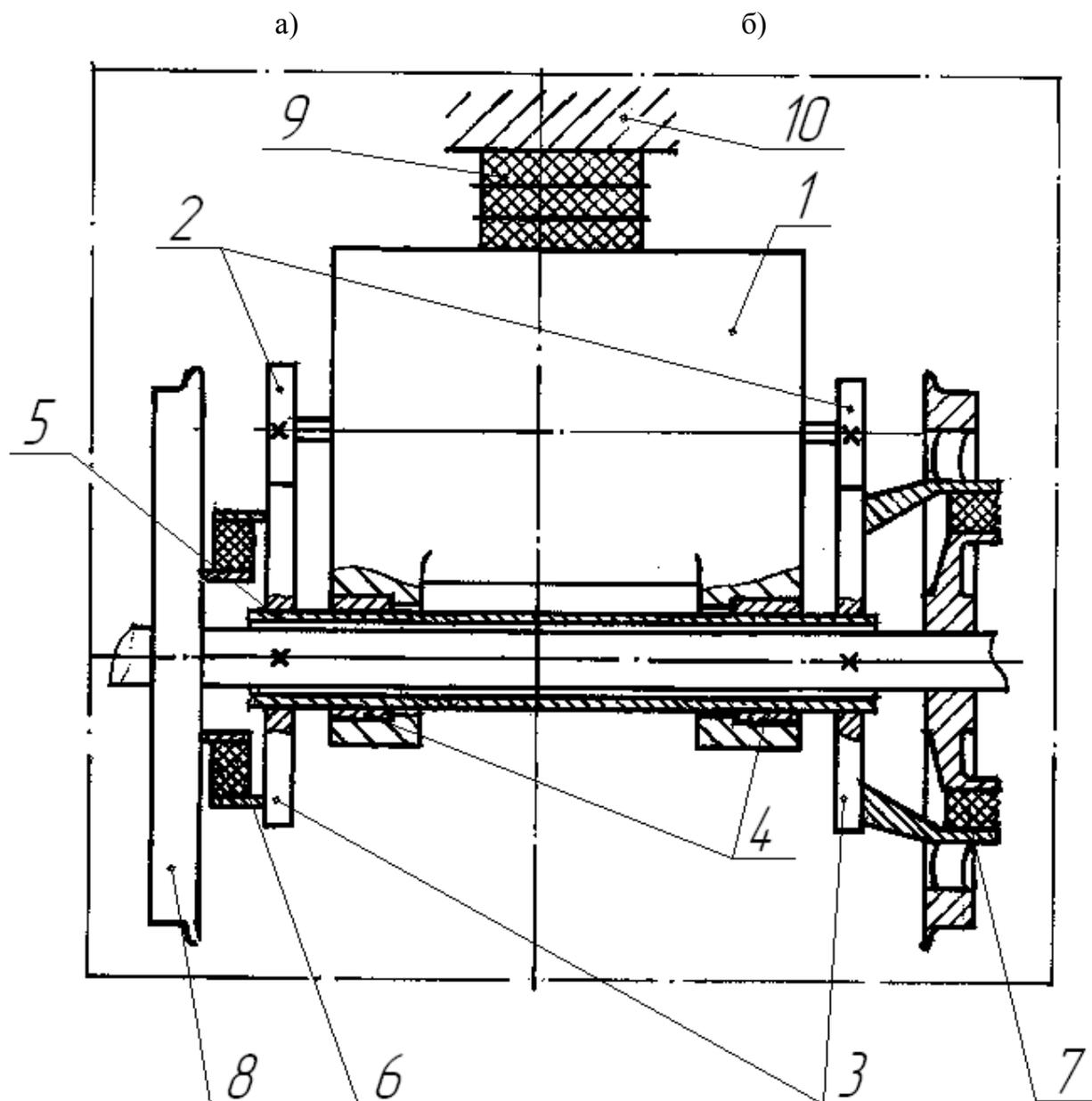
1 – тяговый двигатель; 2 – ведущие шестерни; 3 – ведомые зубчатые колеса;
 4 – подшипники скольжения; 5 – колесная пара; 6 – подвеска эластичная;
 7- рама тележки.

Рисунок Б.2 – Опорно-осевая подвеска тягового электродвигателя с жестким двухсторонним приводом.



Разрез эластичного зубчатого колеса (принципиальная схема без учета масштаба).

Рисунок Б.3 – Опорно-осевая подвеска тягового электродвигателя с эластичным приводом.

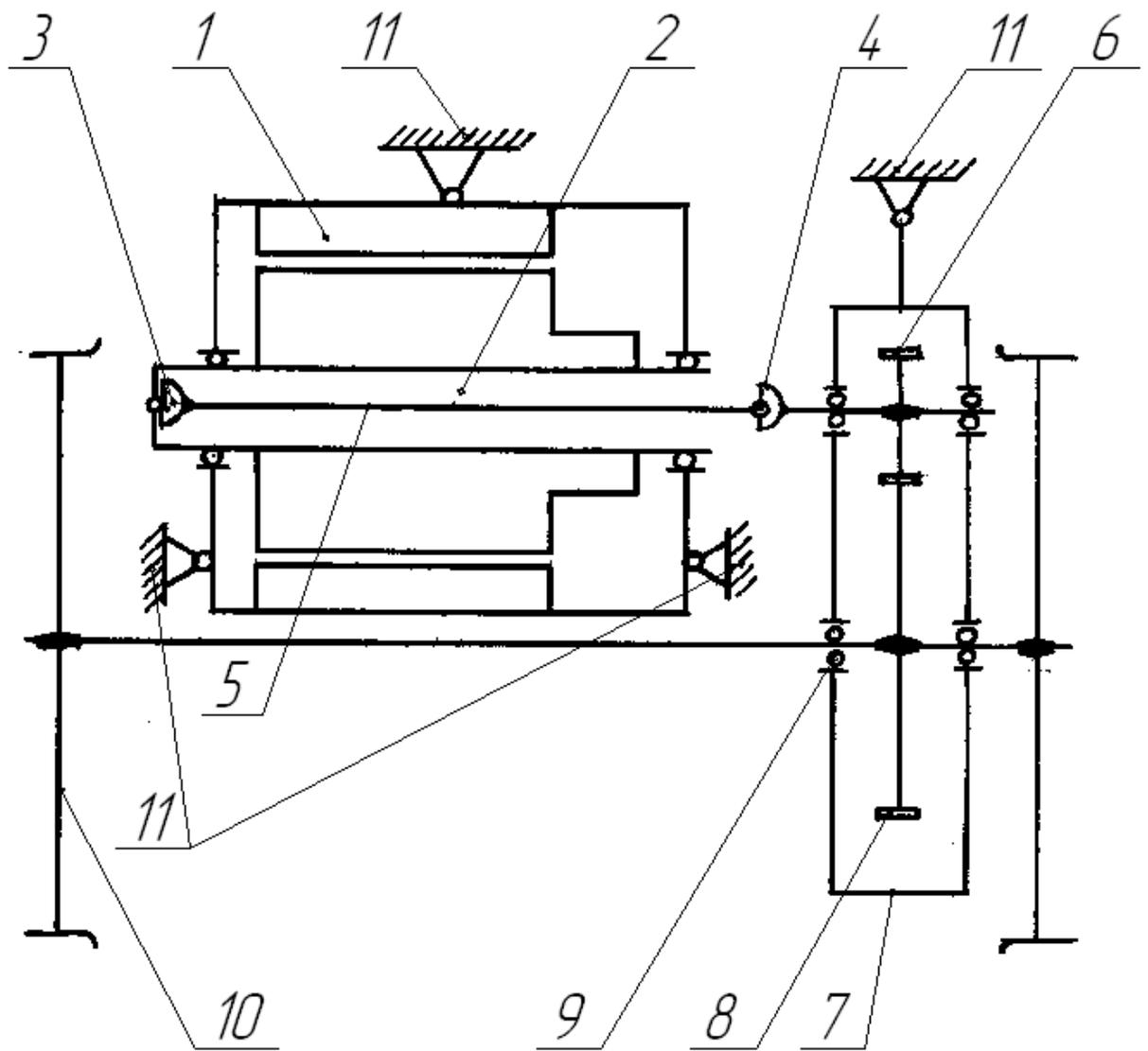


а) привод с резиновым кольцом типа LEW

б) привод с резиновыми кольцевыми сегментами типа Siemens

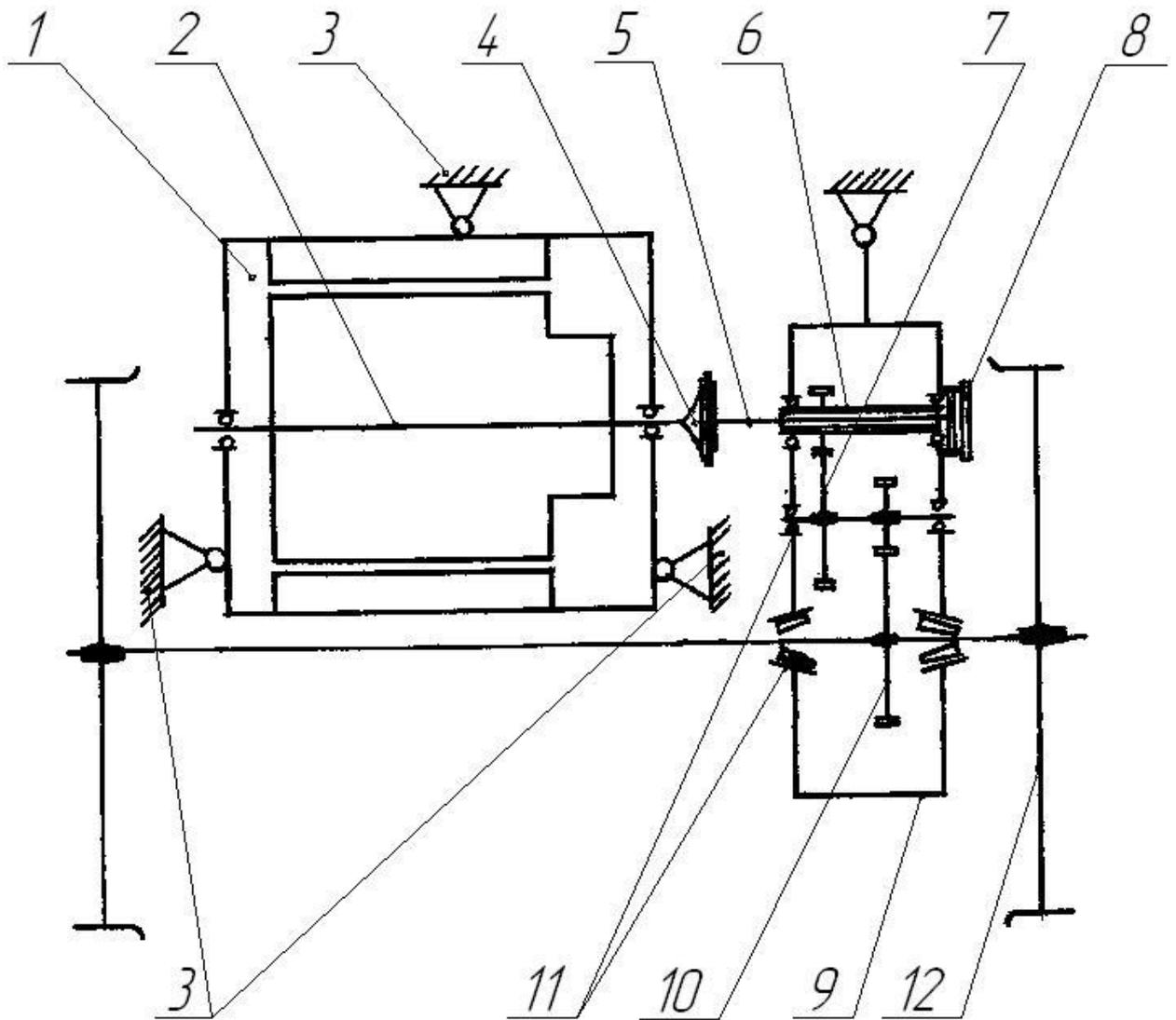
1 – тяговый двигатель; 2 – шестерни; 3 – зубчатые колеса; 4 – подшипники;
 5 – полый вал; 6 – резиновое кольцо; 7 – резиновый сегмент; 8 – колесная пара;
 9 – подвеска эластичная; 10 – рама тележки.

Рисунок Б.4 – Опорно-осевая подвеска тягового электродвигателя с эластичным приводом



1 – тяговый двигатель; 2 – якорь двигателя; 3,4 – муфты; 5 – вал якоря;
 6 – шестерня; 7 – кожух редуктора; 8 – колесо зубчатое; 9 – подшипники
 редуктора; 10 – колесная пара; 11 – рама тележки.

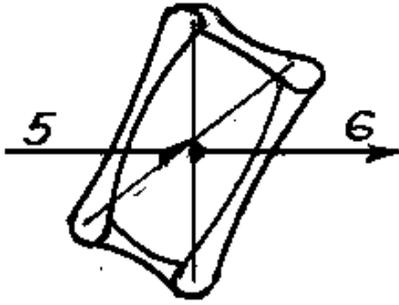
Рисунок Б.5 – Опорно-рамная подвеска тягового электродвигателя с карданным приводом (карданный вал в якоре двигателя)



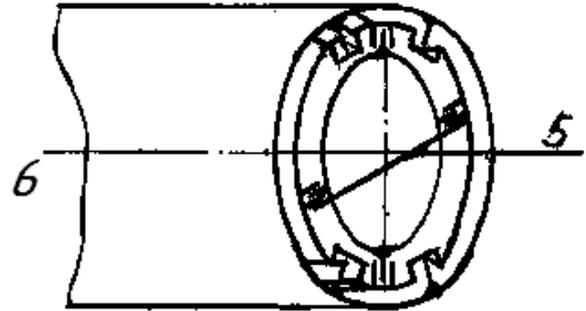
1 – тяговый двигатель; 2 – вал якоря; 3 – рама тележки; 4 – пластинчатая муфта; 5 – промежуточный вал (карданный); 6 – входной вал редуктора; 7 – первая ступень редуктора; 8 – муфта предохранительная; 9 – кожух редуктора; 10 – вторая ступень редуктора; 11- подшипники редуктора; 12 – колесная пара.

Рисунок Б.6 – Опорно-рамная подвеска тягового двигателя с эластичным приводом ведущего вала двухступенчатого редуктора и предохранительной муфтой на этом валу

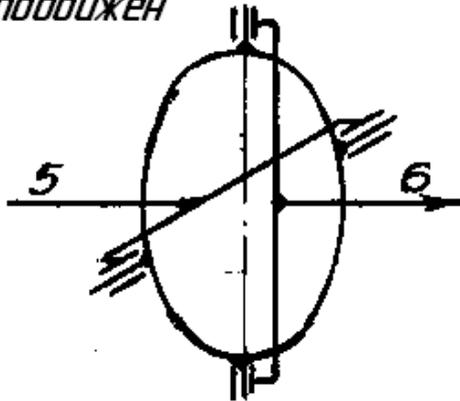
а) передача с упругими пластинами типа Sechezen



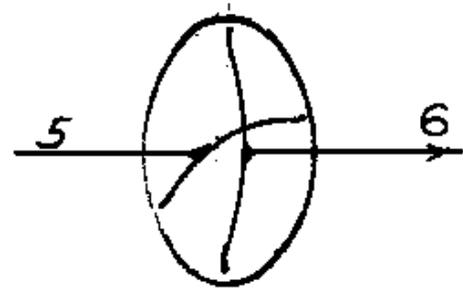
б) шарнир соосно подвижен



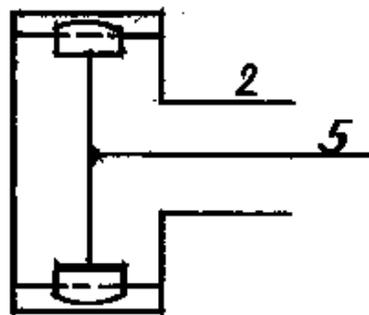
в) шарнир соосно неподвижен



г) передача с упругими дисками фирмы ВВС



д) передача зубчатой муфтой



ж) передача резиновой муфтой

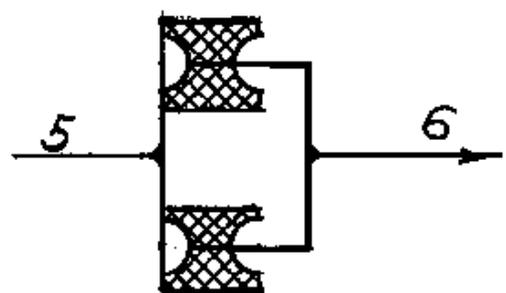
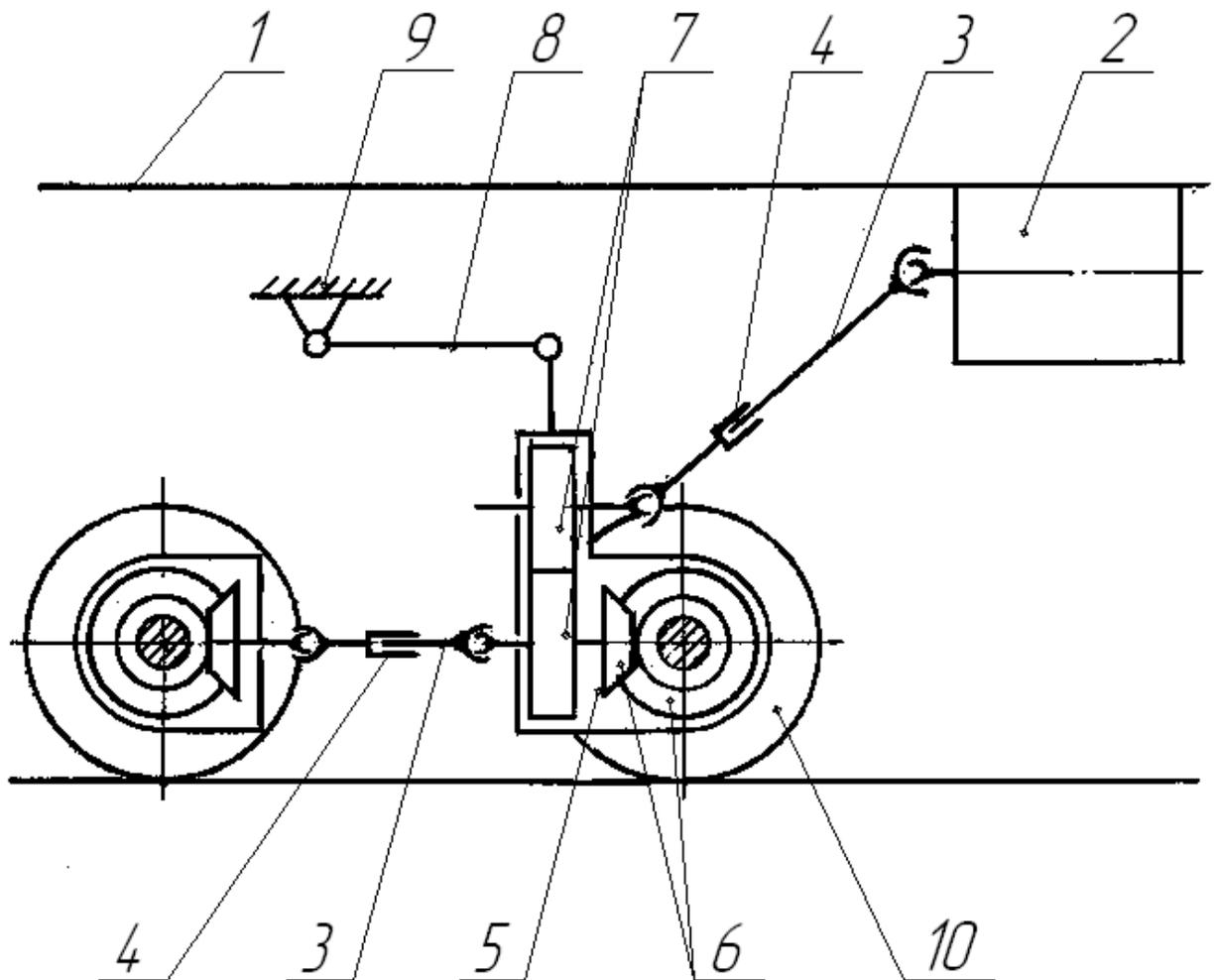
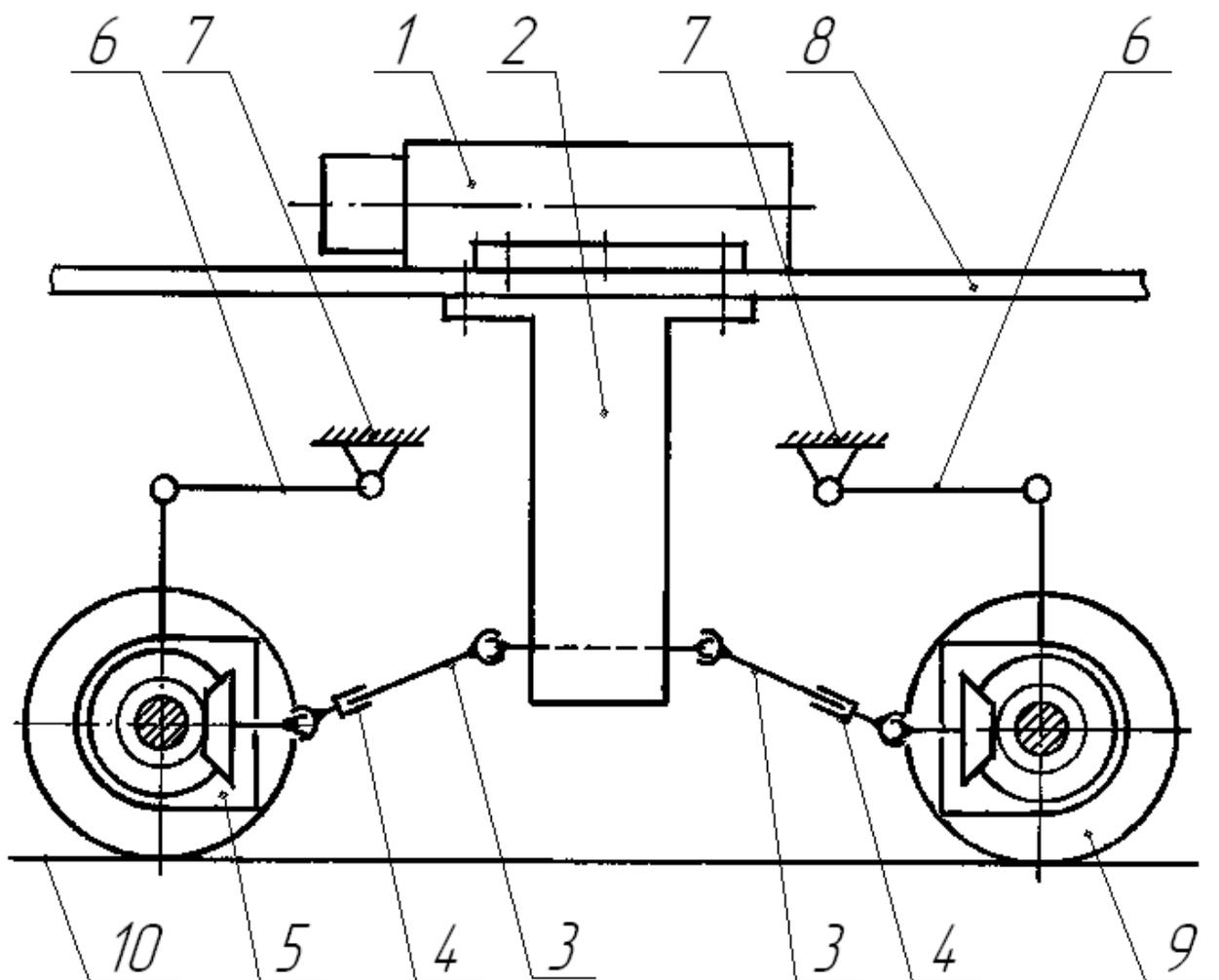


Рисунок Б.7 – Варианты соединений карданных приводов (нумерацию деталей и узлов см. по рисунку Б.5)



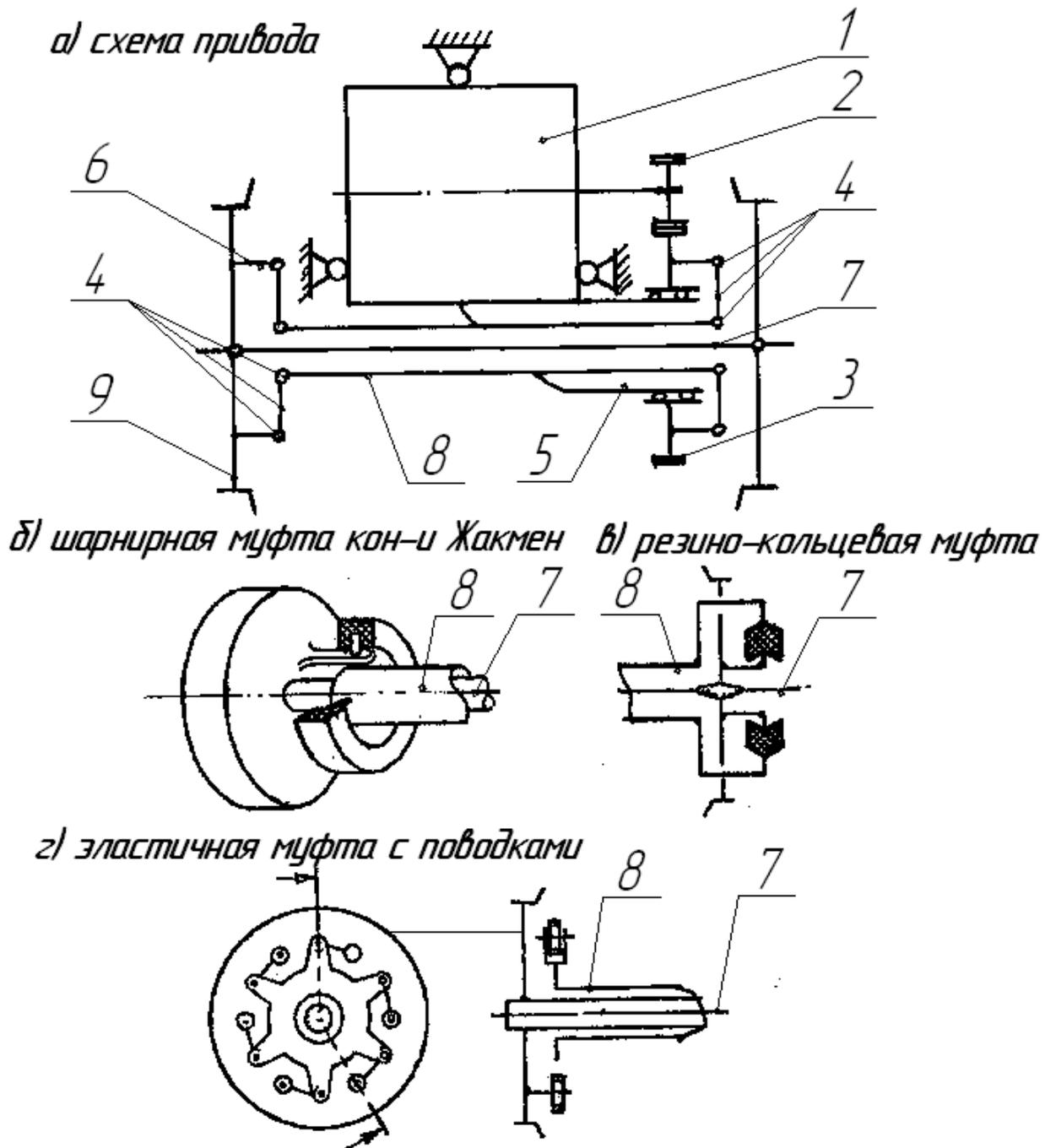
1 – рама вагона; 2 – тяговый двигатель; 3 – карданный вал; 4 – муфта продольная;
 5 – коробка передач; 6 – шестерни конические; 7 – шестерни прямозубые;
 8 – эластичная подвеска зубчатой передачи; 9 – рама тележки; 10 – колесная пара.

Рисунок Б.8 – Опорно-рамная подвеска тягового электродвигателя с карданным приводом осевого редуктора



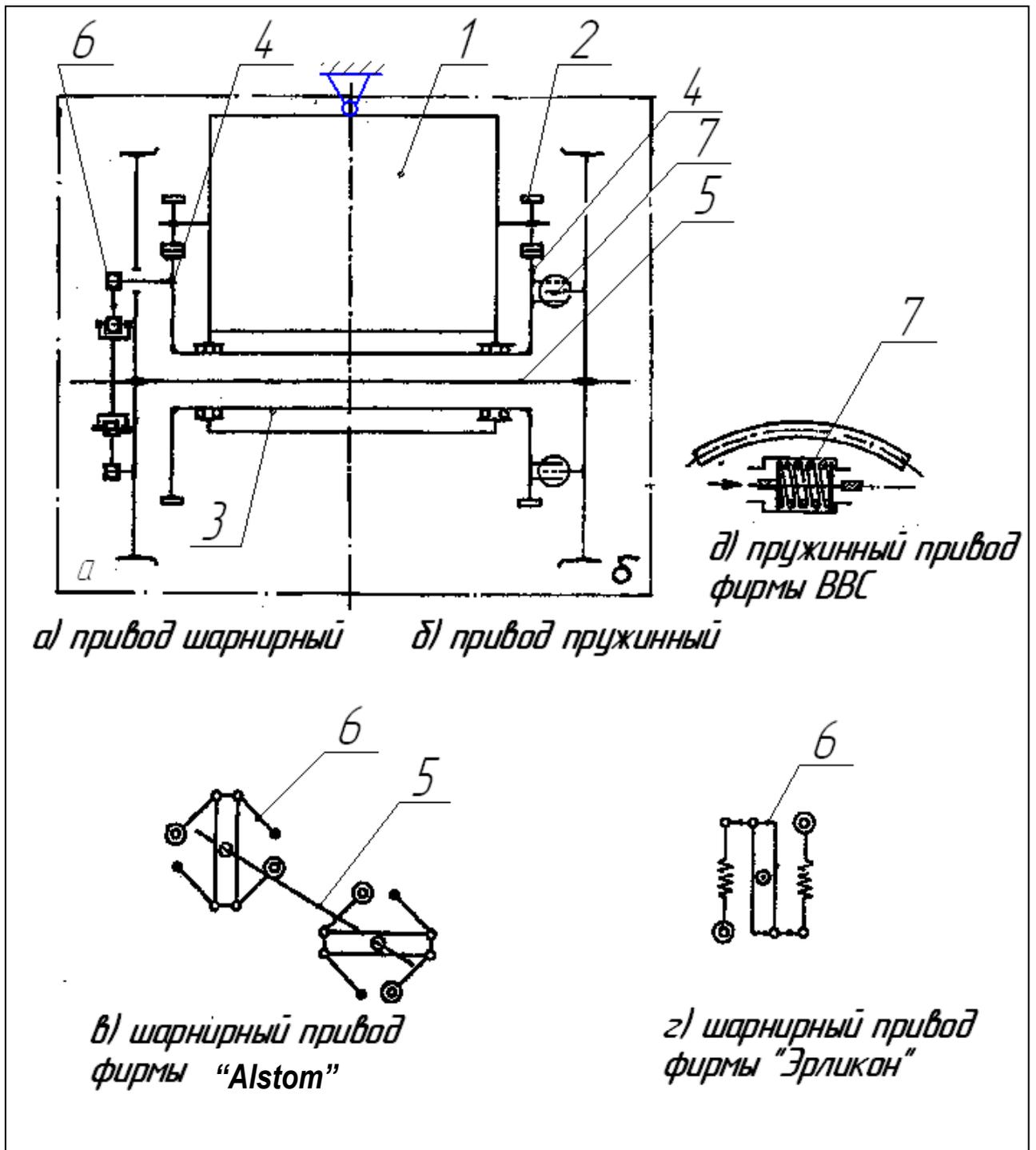
1 – гидротрансформатор; 2 – коробка передач; 3 – карданный вал; 4 – муфта продольная; 5 – осевой редуктор; 6 – эластичная подвеска зубчатой передачи; 7 – рама тележки; 8 – рама тепловоза; 9 – колесная пара; 10 – головка рельса.

Рисунок Б.9 – Опорно-рамная подвеска гидротрансформатора с карданным приводом осевого редуктора



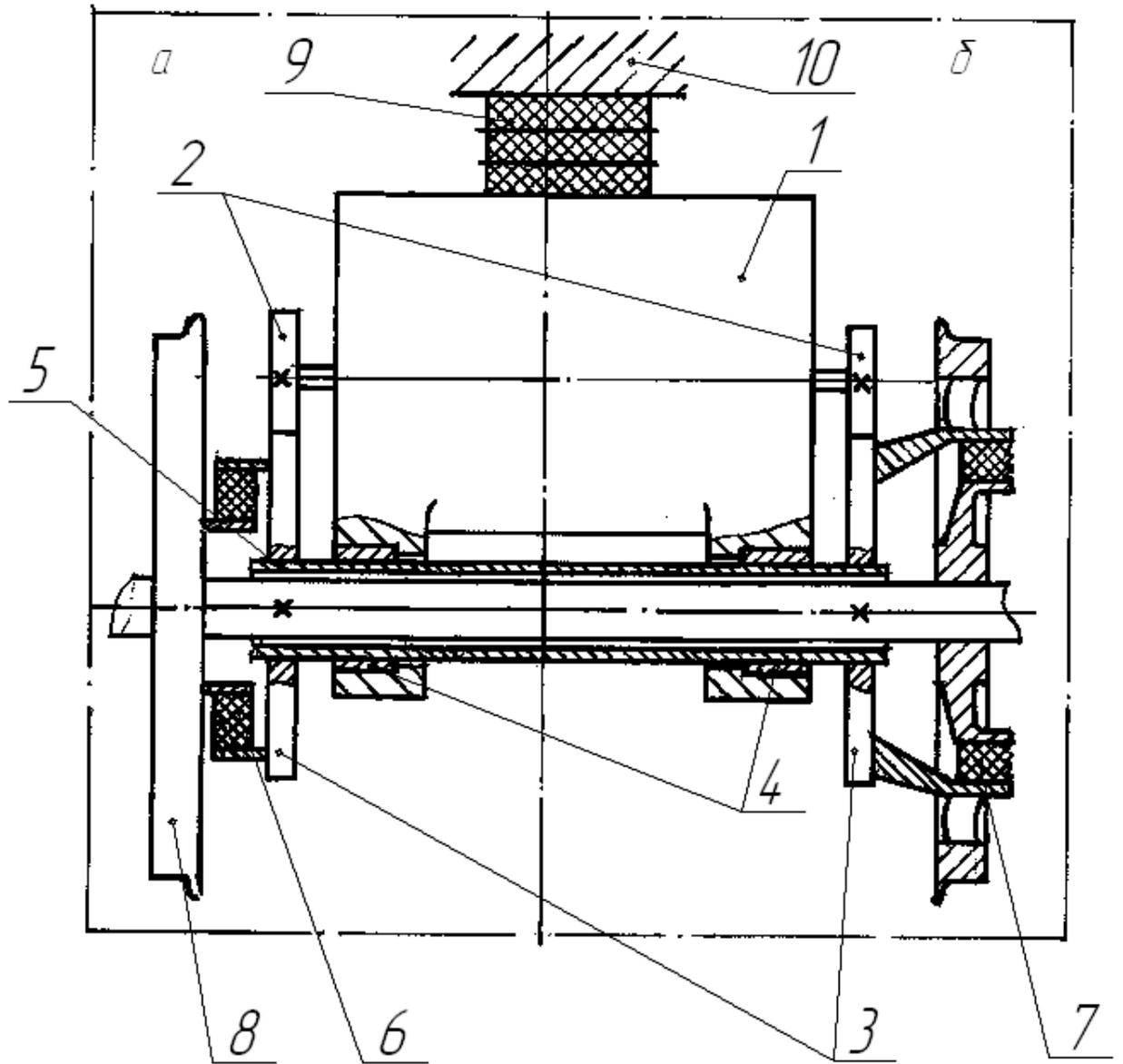
1 – тяговый двигатель; 2 – шестерня; 3 – зубчатое колесо; 4 – эластичная муфта; 5 – опора; 6 – палец; 7 – ось колесной пары; 8 – полый вал; 9 – колесная пара.

Рисунок Б.10 – Опорно-рамная подвеска тягового двигателя с карданным приводом (примеры карданно-подвижных муфт)



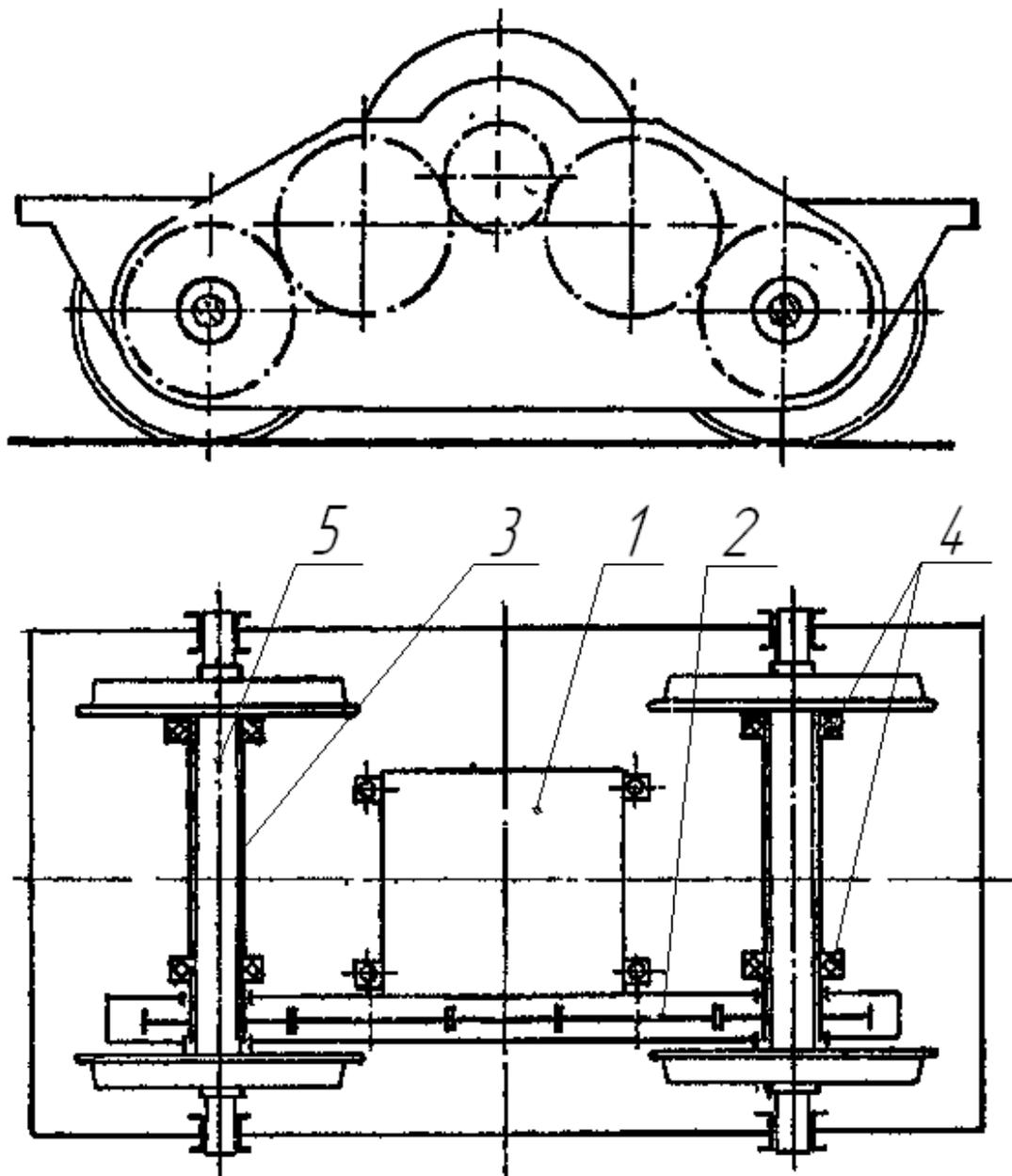
1 – тяговый двигатель; 2 – шестерня; 3 – полый вал; 4 – зубчатое колесо;
5 – колесная пара; 6 – шарнирный привод; 7 – пружинный привод.

Рисунок Б.11 – Опорно-рамная подвеска тягового двигателя с эластичным шарнирным или пружинным приводами



1 – тяговый двигатель; 2 – кожух редуктора; 3 – ведущая шестерня;
 4 – зубчатое колесо; 5 - опора; 6 – полый вал; 7 – резино-кордная муфта;
 8 – палец; 9 – колесная пара; 10- рама тележки.

Рисунок Б.12 – Опорно-рамная подвеска тягового двигателя с эластичным приводом (резино-кордные муфты)



1 – тяговый двигатель; 2 –редуктор (зубчатая передача); 3 – полый вал;
4 –карданные соединения; 5 – колесная пара.

Рисунок Б.13 – Опорно-рамная подвеска тягового двигателя с групповым
мономоторным приводом