

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени Т. Ф. ГОРБАЧЕВА»**

Кафедра горных машин и комплексов

Составитель  
А. Ю. Захаров

## **ТРАНСПОРТНО-ОТВАЛЬНЫЕ МОСТЫ**

**Методические указания к практическому занятию по дисциплине «Карьерные транспортные машины и оборудование»**

Рекомендовано учебно-методической комиссией специализации  
21.05.04.09 Горные машины и оборудование в качестве электронного издания для использования в образовательном процессе

Кемерово 2018

Рецензенты:

Юрченко В. М. – доцент кафедры горных машин и комплексов

Буялич Г. Д. – председатель учебно-методической комиссии специализации 21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»

**Захаров Александр Юрьевич**

**Транспортно-отвальные мосты:** методические указания к практическому занятию по дисциплине «**Карьерные транспортные машины и оборудование**» для обучающихся специальности 21.05.04 Горное дело, специализации 21.05.04.09 Горные машины и оборудование, всех форм обучения / сост. А. Ю. Захаров; КузГТУ. – Электрон. дан. – Кемерово, 2018.

Приводятся конструктивные особенности, устройство основных узлов, принцип работы и возможные условия эксплуатации транспортных мостов и отвалообразователей

© КузГТУ, 2018

© А. Ю. Захаров,  
составление, 2018

Транспортно-отвальные мосты применяются для транспортировки вскрышных пород с рабочих уступов в выработанное пространство карьера в направлении, перпендикулярном линии фронта работ.

Подвигание мостов производится по мере подвигания вскрышных экскаваторов при помощи собственного ходового механизма.

Транспортно-отвальные мосты отмечаются жесткостью конструкции, определяемой наличием двух опор с определенным расстоянием между ними, уровнем установки опорных тележек.

## ПОДПОРНЫЕ РЕЛЬСОВЫЕ ПУТИ И ИХ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ

Для подпорных путей транспортно-отвальных мостов применяются тяжелые рельсы типа Р-50 и Р-65. Для стыкового скрепления рельсов применяются специальные накладки, обеспечивающие проход роликов путепередвижателя непрерывного действия.

Шпалы изготовляют из деревянных брусьев длиной 5,5-6,5 м. На 1 км пути укладывается 1800-2000 шпал.

Передвижка рельсовых путей осуществляется путепередвижателем непрерывного действия консольного типа по мере подвигания моста вдоль фронта работ. В некоторых случаях передвижка подпорных путей производится участками на расстоянии 4,5-5 м и более. Путепередвижатель непрерывного действия при этом не связан с мостом. Для передвижки пути по обе стороны моста (забойная и отвальная) путепередвижатель имеет поперечные гусеницы.

## ТРАНСПОРТНО-ОТВАЛЬНЫЙ МОСТ

Транспортно-отвальный мост работает в комплексе с одним или несколькими вскрышными многочерпаковыми (цепными или роторными) экскаваторами, которые соединяются с мостом посредством вспомогательных передаточных мостов (поперечных конвейеров). Иногда экскаваторы встраиваются непосредственно в конструкции мостов.

Мосты современной конструкции имеют расстояние между опорами (пролет) до 250 м, длину отвальных консолей до 173 м и производительность до 5500 м<sup>3</sup>/ч в плотном теле.

Мосты классифицируются:

*по типу ходовых частей:*

- 1) на рельсовом ходу (рис. 4)
- 2) на гусеничном ходу (рис. 5)
- 3) с ходовыми частями, имеющими рельсовый и гусеничный ход (рис. 6).

*по схеме расположения опор:*

- 1) на двух опорах, расположенных на вскрышном уступе и уступе полезного ископаемого (рис. 3, 6, 8, 9, 14)

- 2) на уступе полезного ископаемого (рис. 2, 5)
- 3) на вскрышном уступе и предотвале (рис. 1, 11, 12)
- 4) на вскрышном уступе (рис. 10)

*по способу соединения с экскаваторами:*

- 1) при помощи передаточных (поперечных) ленточных конвейеров (рис. 3, 6, 7, 8)
- 2) со встроенными экскаваторами (рис. 1).

## **ТРАНСПОРТНО-ОТВАЛЬНЫЙ МОСТ БАЙДАКОВСКОГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА**

### **УСТРОЙСТВО МОСТА**

Конструктивные элементы моста можно разделить на пять основных групп:

- Несущие конструкции – фермы моста;
- Опорные конструкции с ходовыми устройствами;
- Транспортное устройство моста – ленточные конвейеры;
- Электрооборудование моста;
- Защитные устройства и контрольные аппараты.

### **ФЕРМЫ МОСТА**

Несущие конструкции транспортно-отвального моста состоят из четырех решетчатых ферм: главной фермы 1 моста (рис. 14<sup>а</sup>) на которой установлен главный конвейер 2; фермы телескопической части 3 моста, на которой уложен телескопический конвейер 4; двух ферм поперечных конвейеров (первого 5 и второго 6).

Главная ферма моста посредством центральной шаровой пяты 7 опирается на отвальную опору 8, оборудованную ходовыми механизмами 9, и удерживается от опрокидывания центральным поворотным подшипником, расположенным в нижней части главной фермы.

Телескопическая ферма связана с главной фермой моста при помощи направляющих механизмов (10 – переднего бокового, 11 – заднего бокового, 12 – верхнего, 13 – нижнего). Другим концом телескопическая ферма, проходя через центральную шаровую тягу 14 экскаваторной стороны, опирается на экскаваторную опору 15, также оборудованную ходовыми механизмами 16.

Направляющие механизмы, соединяющие главную и телескопическую фермы в общую конструкцию, служит для восприятия боковых и вертикальных усилий, возникающих в пролете моста, и для обеспечения изменения величины пролета между опорами моста в пределах от 65 до 105 м.

Телескопичность конструкций моста дает возможность компенсировать изменения расстояния между путями отвальной и экскаваторной опор вдоль

фронта работ, а также позволяет изменять расстояние между опорами при повороте моста на некоторый угол относительно нормали к оси карьера.

Хвостовая часть главной фермы моста опирается на верхние направляющие блоки телескопической фермы с помощью верхнего направляющего механизма 12. Нижними направляющими балками телескопическая ферма опирается на тележки нижнего направляющего механизма 13.

Верхний направляющий механизм (рис. 15) состоит из двух тележек 1, опирающихся роликами 2 на верхний пояс телескопической фермы 3 моста. На тележках при помощи траверс 4 укреплены опорные стойки 5, на которых шарнирно (посредством стержней 6) опираются одним из своих плеч уравнивающие коромысла 7. Последние положены на осях 8, закрепленных на главной ферме. Другие плечи коромысел соединены между собой тягой 9. Шарнирность соединений верхнего направляющего механизма и наличие уравнивающих коромысел и соединительной тяги создают некоторую свободу связи между главной и телескопической фермами моста. Это обстоятельство позволяет предотвратить перекосы, заедания и другие помехи, возникающие при вдвигании или выдвигании телескопической фермы.

Устройство нижнего направляющего механизма представлено на рис. 16. Он также состоит из двух тележек (1 – левая, 2 – правая), соединенных при помощи траверс 3 с опорной стойкой 4, шарнирно связанной с подшипником 5, закрепленным в конструкции главной фермы. Тележки своими направляющими роликами 7 перемещаются по нижнему поясу телескопической фермы 8 моста. Две фермы поперечных ленточных конвейеров перемещаются по рельсам на собственных ведомых тележках и имеют шарнирные соединения с экскаваторной опорой моста. Шарнирное соединение ферм поперечных конвейеров с мостом обеспечивает работу моста на кривых участках пути.

В центральной части телескопической фермы расположен центральный пульт управления моста. В хвостовой части этой же фермы находится помещение для привода телескопического конвейера и над ним – расположенное устройство экскаваторной стороны. В центральной части главной фермы расположены помещения пульта управления отвальной опоры, главного распределительного устройства моста, машинное помещение и помещение для привода главного ленточного конвейера.

## ОПОРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ С ХОДОВЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

Передвижение транспортно-отвального моста вдоль фронта работ осуществляется по рельсовым путям с помощью ходовых устройств опор отвальной и экскаваторной сторонах. Отвальная опора данного моста перемещается по угольному целику, а экскаваторная – по рабочему вскрышному уступу. Ходовые устройства обеих сторон имеют независимое управление.

Как уже указывалось выше, главная ферма моста опирается на отвальную опору при помощи центральных шаровых пят. Наличие центральных

шаровых пят позволяет осуществлять поворот моста в плане на угол до  $30^\circ$  в ту или другую сторону относительно нормали к оси путей. Устройство ее представлено на рис. 17.

Отвальная опора моста (рис. 18) представляет собой равнобедренную треугольную раму (большое коромысло) 1, опирающуюся при помощи двух крестовых шарниров 2, расположенных в углах основания рамы, на два средних (промежуточных) коромысла 3. Каждое среднее коромысло 3, в свою очередь посредством шаровых пят 6 опирается на малые треугольные коромысла 7.

Последнее представляет собой равнобедренную раму, расположенную в горизонтальной плоскости. В центре рам расположены подпятники шаровых пят среднего коромысла.

Концы основания каждого коромысла 7 через пяты опираются на две приводные ходовые тележки 8, а вершина коромысла подвешена с помощью крестового шарнира 9 к середине противоположного малого коромысла. Малое коромысло, одним из своих концов, опирается на тележки через гидроопоры 10, включенные в гидравлическую систему моста.

Такая система коромысел соединенных с помощью шаровых пят и крестовых шарниров, позволяет сравнительно равномерно распределять давление, приходящее на отвальную опору (1400 т) на ее шестнадцать трехосных приводных тележек и компенсировать неточность укладки путей под этой опорой.

Экскаваторная опора (рис. 19) выполнена по тому же принципу коромысел, соединенных шаровыми пятами и крестовыми шарнирами. Она представляет собой прямоугольную раму 1, подвешенную с помощью крестовых шарниров 2 и 2а к опорным коромыслам 3, опирающимися своими концами на приводные ходовые тележки 4 через шаровые пяты 5.

В центральной части прямоугольной подвесной рамы укреплен подпятник 6 центральной шаровой пяты 7 экскаваторной стороны. На краях рамы расположены направляющие 8 для опорных катков ферм поперечных конвейеров и рядом с шаровой пятой – два гнезда для цапф шаровых подпятников опор 9 поперечных конвейеров.

Экскаваторная опора имеет четыре приводные ходовые тележки 4 и две ведомые ходовые тележки 10. Таким образом, отвальный мост имеет двадцать приводных ходовых тележек с индивидуальным электроприводом на каждой тележке и две ведомых ходовых тележки на экскаваторной стороне.

Приводные ходовые тележки оборудованы двухколодочными электромагнитными тормозами.

## ТРАНСПОРТНОЕ УСТРОЙСТВО МОСТА

Транспортно-отвальный мост Байдаковского карьера оборудован четырьмя ленточными конвейерами лоткового типа (рис. 20) из которых главный конвейер 4 смонтирован в главной ферме моста, телескопический кон-

вейер 3 – в телескопической ферме моста и два поперечных конвейера 1 и 2 – в поперечных фермах.

Привод главного конвейера размещается в специальном помещении, оборудованном мостовым краном грузоподъемностью 5 т. Для осуществления разного рода ремонтных операций. К редуктору привода с помощью накидной цепной передачи может быть присоединен редуктором вспомогательного привода, обеспечивающего скорость движения ленты до 0,4 м/с для осмотра последней.

На рис. 21 приведена схема редуктора привода главного конвейера.

Как видно из схемы, крутящий момент передается от электродвигателя валшестерне 1 ( $z = 51$ ), двум большим шевронным колесам 2 ( $z = 285$ ) затем двум малым шестерням 3 ( $z = 44$ ), колесу 4 ( $z = 166$ ), которое в свою очередь сообщает вращение валу 5 приводного барабана.

Каждое шевронное колесо (рис. 21) оборудовано специальными амортизирующими устройствами (рис. 22), смягчающими толчки и удары, возникающие при пуске конвейера или его внезапной остановке. Зубчатые венцы колес 1 крепятся между двумя дисками 2 с помощью семи пар кулаков 3, расположенных в семи овальных прорезах, сделанных в дисках и в венце. Кулаки распираются амортизационными пружинами 4, удерживающими венец 1 в определенном положении относительно дисков 2. При ударах происходит проскальзывание венца на некоторый угол за счет сжатия пружин, которые затем возвращают венец в исходное положение. Оба диска 2 связаны между собой болтами 5 и насажены на промежуточные валы на шпонках.

Длина фронта перегрузки породы с телескопического конвейера на главный конвейер определяется расстоянием перемещения телескопической фермы моста и равна 40 м. Вдоль фронта перегрузки опорные ролики рабочей ветви имеют резиновые покрытия, предохраняющие ленту от повреждений падающими кусками породы.

Такие же резиновые покрытия имеются во всех пунктах перегрузки остальных конвейеров.

Для предотвращения смещения ленты в сторону от оси конвейеров рабочие и холостые ветви лент всех конвейеров моста оборудованы автоматическими направляющими роликами (рис. 23). Последние работают следующим образом. При сбегании ленты в сторону она кромкой нажимает на дефлекторный ролик. При этом ролик опора, смонтированная на центральной шариковой пяте, при помощи рычажного механизма поворачивается вперед той стороной, в которую сбегает лента, чем создается действующая на ленту центрирующая сила.

## ЗАЩИТНЫЕ УСТРОЙСТВА И КОНТРОЛЬНЫЕ АППАРАТЫ

Транспортно-отвальный мост оборудован целым рядом защитных устройств и контрольных аппаратов, обеспечивающих безаварийную работу моста и предупреждающих возможные ошибки обслуживающего персонала.

По характеру действия все защитные устройства и контрольные аппараты можно разделить на четыре основные группы:

1. Защитные устройства от всякого рода повреждений и неполадок в электрических цепях.

2. Аварийные кнопки и концевые выключатели, обеспечивающие аварийную остановку отдельных механизмов моста или всего комплекса.

3. Контрольные аппараты и концевые выключатели, позволяющие контролировать герметические параметры работы моста и отключающие соответствующие механизмы при переходе допустимых пределов рабочих параметров.

4. Контрольные аппараты и устройства, предохраняющие мост от угона при сильном ветре.

Защитные устройства первой группы выполнены обычным способом, т.е. с применением максимальной, тепловой и нулевой защиты.

Ко второй группе защитных устройств относятся:

а) концевой выключатель на конце консольной стрелы моста, срабатывающий при упоре ее в породу отвалов и приводящий к останову всего ходового механизма моста;

б) концевые выключатели на рамках приводных ходовых тележек, отключающие ходовой механизм при засоренности железнодорожных путей транспортно-отвального моста;

в) выключатели, отключающие конвейеры. Они срабатывают от тросов, натянутых вдоль всей конвейерной линии, благодаря чему отключение конвейеров может быть произведено с любого места установки;

г) аварийные кнопки, установленные в разных местах ходового механизма отвальной и экскаваторной опор, при помощи которых производится остановка ходовых механизмов моста;

д) аварийные красные кнопки, нажатие которых приводит к полной остановке моста.

К третьей группе защитных устройств относятся:

а) конвейерные выключатели, ограничивающие участок передвижения отвальной и экскаваторной опор в ту или иную сторону от среднего положения;

б) концевые выключатели, ограничивающие угол поворота моста в плане относительно нормали к путям моста в пределах  $30^{\circ}$ ;

в) концевые выключатели, ограничивающие пролет между опорами моста в пределах от 65 до 105 м;

г) ртутные реле уровня, срабатывающие при недопустимых наклонах моста в поперечном и продольном направлениях.

Все концевые выключатели и предохранительные аппараты включены в цепь защиты ходовых двигателей и при срабатывании вызывают остановку ходового механизма моста. Одновременно со срабатыванием того или иного концевого выключателя или реле на пульте управления моста загораются со-

ответствующие этому выключателю или реле сигнальные лампочки, которые указывают машинисту причину остановки моста.

К четвертой группе относятся контрольные аппараты и устройства, предохраняющие мост от угона при сильном ветре (транспортно-отвальный мост имеет значительные размеры и, следовательно, большую ветровую поверхность). Во избежание угона ходовые тележки дополнительно оборудованы рельсозахватами с ручным и гидравлическим приводом. Отвальная сторона имеет 16 гидравлических и 24 ручных рельсозахвата, экскаваторная сторона имеет 4 ручных рельсозахвата.

Обычно рельсозахваты накладываются при остановленном мосте, но в исключительном случае, при угрозе угона моста, рельсозахваты могут накладываться на ходу.

Гидравлические рельсозахваты (рис. 24) представляет собой клещи 1, постоянно находящиеся в разжатом состоянии под воздействием пружины 2. При подаче тормозной жидкости в цилиндр 3 рельсозахвата плунжер 4 сжимает клещи и губки 5 клещей накладываются на головку рельса 6. Цилиндры гидравлических рельсозахватов включены в гидравлическую систему моста.

Принципиальная схема гидравлического устройства показана на рис. 25а. Как видно из схемы, два плунжерных насоса подают тормозную жидкость в цилиндры гидравлических опор 10 (рис. 18). В цилиндрах гидравлических опор (рис. 25б) тормозная жидкость находится под давлением, соответствующим нагрузке, приходящейся на гидравлическую опору и равной примерно 100 ат. Таким образом, гидравлические опоры выполняют роль аккумуляторов давления, обеспечивая поддержание постоянного давления в гидравлической системе.

Для наложения рельсозахватов необходимо поставить трехходовые краны, установленные в кабине машиниста отвальной стороны в такое положение, чтобы соединить цилиндры гидравлических опор с цилиндрами гидравлических рельсозахватов (рис. 25а). Для снятия последних краны устанавливаются в положении, при котором цилиндры гидравлических рельсозахватов соединяются с резервными баками для тормозной жидкости и отключают цилиндры гидравлических опор. При этом тормозная жидкость под воздействием пружин рельсозахватов уходит в резервные баки, откуда затем вновь подается в цилиндры гидравлических опор. Каждая гидравлическая опора связана с восемью гидравлическими рельсозахватами.

## ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ МОСТА

Все механизмы моста, за исключением ходового механизма, приводятся в движение трехфазными асинхронными двигателями с короткозамкнутыми или с фазным ротором.

Ходовые механизмы, ввиду очень больших инерционных масс моста, требуют широких пределов регулирования скорости, плавности пуска и торможения. Этим требованием вполне удовлетворяет система «ГД».

Питание моста электроэнергией производится с помощью токосъемника от трехфазной подвесной линии, смонтированной вдоль путей отвальной стороны. Металлические опоры троллейной линии прикреплены к железнодорожным путям отвальной опоры моста и перемещаются поперек фронта работ вместе с передвигаемой последними.

От токосъемника через разъединитель, смонтированный в кронштейне токосъемника, напряжение по гибкому кабелю подается к масляному выключателю ввода, расположенному в помещении распределительного устройства отвальной стороны (рис. 26).

От масляного выключателя ввода напряжение поступает на первую секцию шин 3 кВ и через секционный масляный выключатель на вторую секцию шин 3 кВ. От первой секции шин через разъединитель и трансформатор 3000/220/127 В, 75 кВА питаются шины распределительного устройства 220 В отвальной стороны моста и через масляный выключатель производится пуск двигателя «системы ГД», обслуживающей ходовые устройства моста.

От второй секции шин через масляный выключатель и гибкий шланговый кабель подается напряжение к распределительному устройству 3кВ на экскаваторной стороне и через масляный выключатель производится питание двигателя главного конвейера. Как видно из схемы 14, пуск последнего производится при помощи сопротивления в цепи ротора.

От шин 3 кВ распределительного устройства экскаваторной стороны моста через масляные выключатели напряжение подается:

трансформатору 3000/500/500 кВ, обеспечивающему питание двигателей конвейера телескопической фермы, первого и второго поперечных конвейеров; экскаваторам, работающим на поперечные конвейеры; через разъединитель трансформатору 300/220/122 В 75 кВА, питающему распределительное устройство 220 В экскаваторной стороны моста.

«Система ГД», обслуживающая двигатели ходовых механизмов, состоит из двух генераторов постоянного тока и одного возбuditеля к ним. Генератор, обслуживающий ходовые двигатели отвальной стороны, имеет мощность 200 кВт и дает напряжение до 440 В. Генератор, обслуживающий двигатели экскаваторной стороны имеет мощность 110 кВт и дает напряжение также до 440 В.

От возбuditеля напряжение 220 В подается на шины постоянного тока отвальной стороны и через гибкий кабель – на шины экскаваторной стороны, откуда напряжение поступает на обмотки возбуждения ходовых двигателей.

Регулирование скорости двигателей и изменение напряжения движения осуществляется регулировкой тока возбуждения генераторов с помощью пусковых контролеров.

## **РИСУНКИ**

**по изучению транспортно-отвального моста**

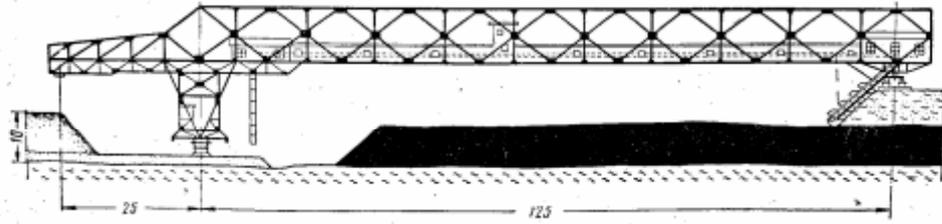


Рис. 1. Транспортно-отвальный мост

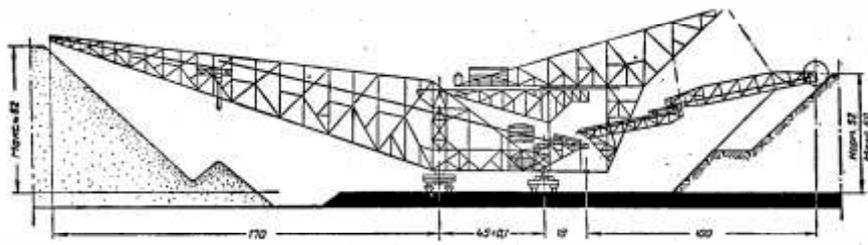


Рис. 2.

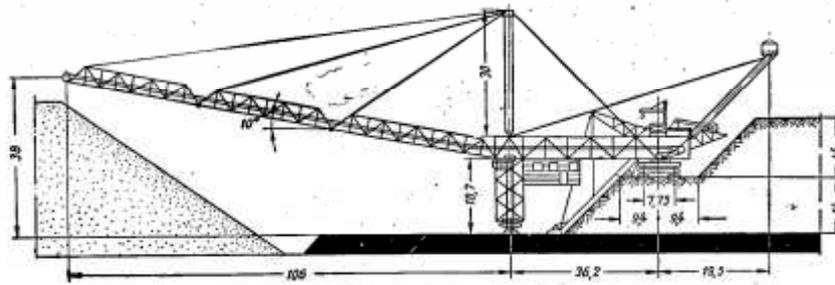


Рис. 3.

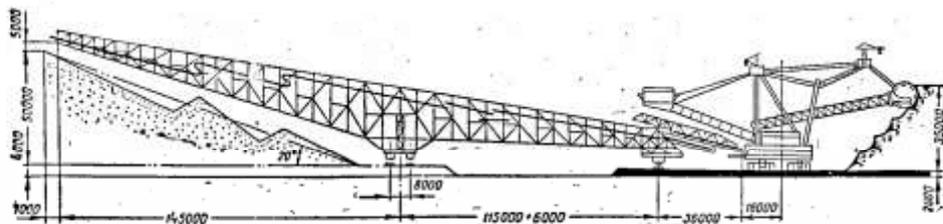


Рис. 4.

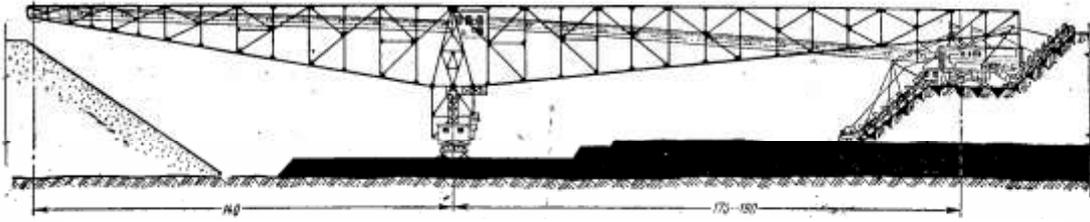


Рис. 9. Транспортно-отвальный мост Камыш-Бурунского карьера

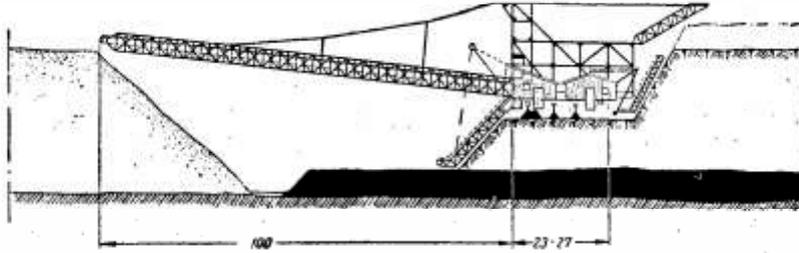


Рис. 10. Транспортно-отвальный мост карьера Бойтерзитц

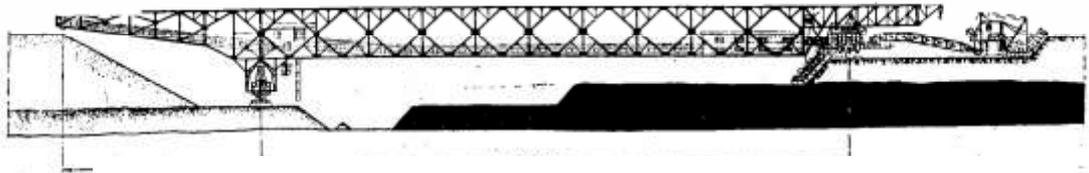


Рис. 11. Транспортно-отвальный мост Балаховского карьера

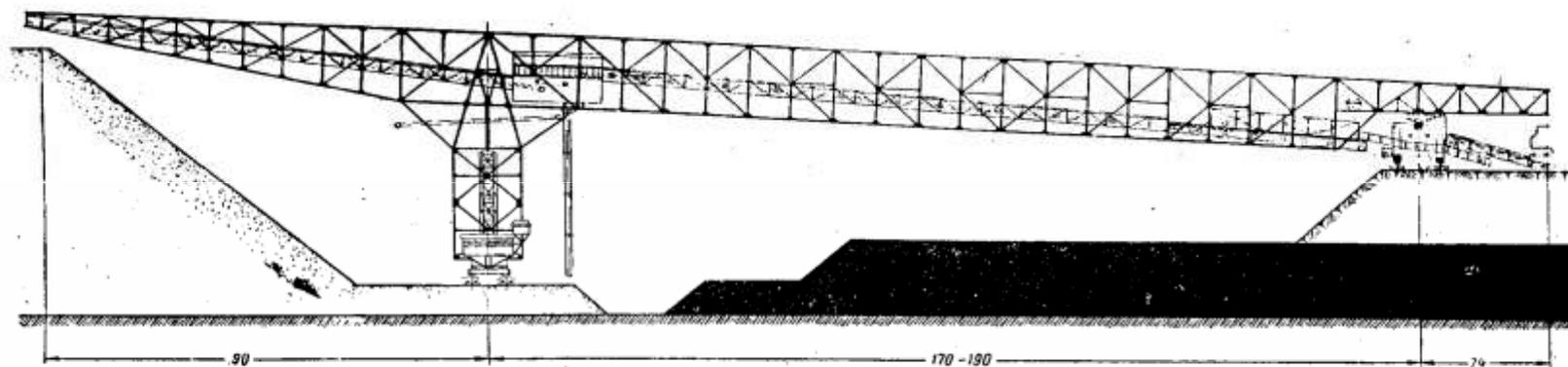


Рис. 12. Транспортно-отвальный мост Камыш-Бурунского карьера

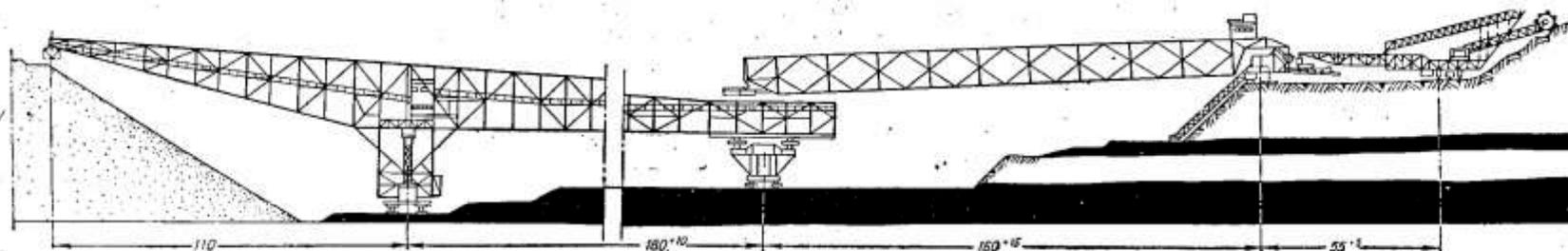


Рис. 13. Транспортно-отвальный мост карьера Белен 11

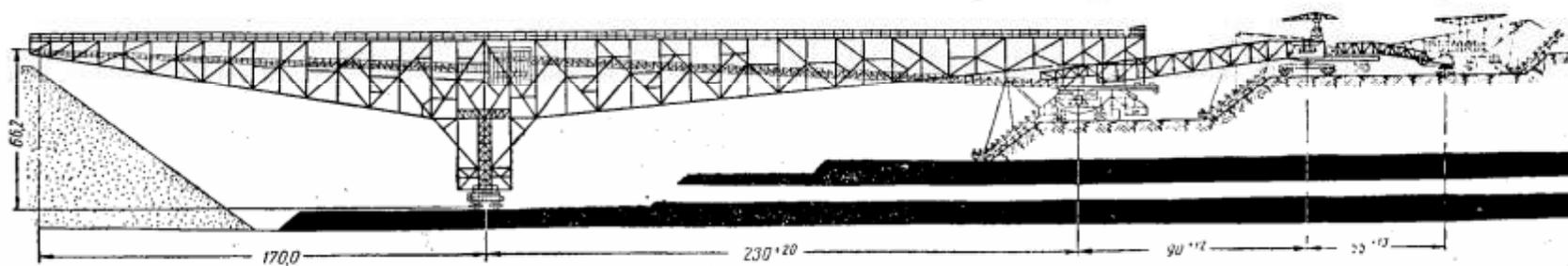


Рис. 14. Транспортно-отвальный мост карьера Эспенхайн

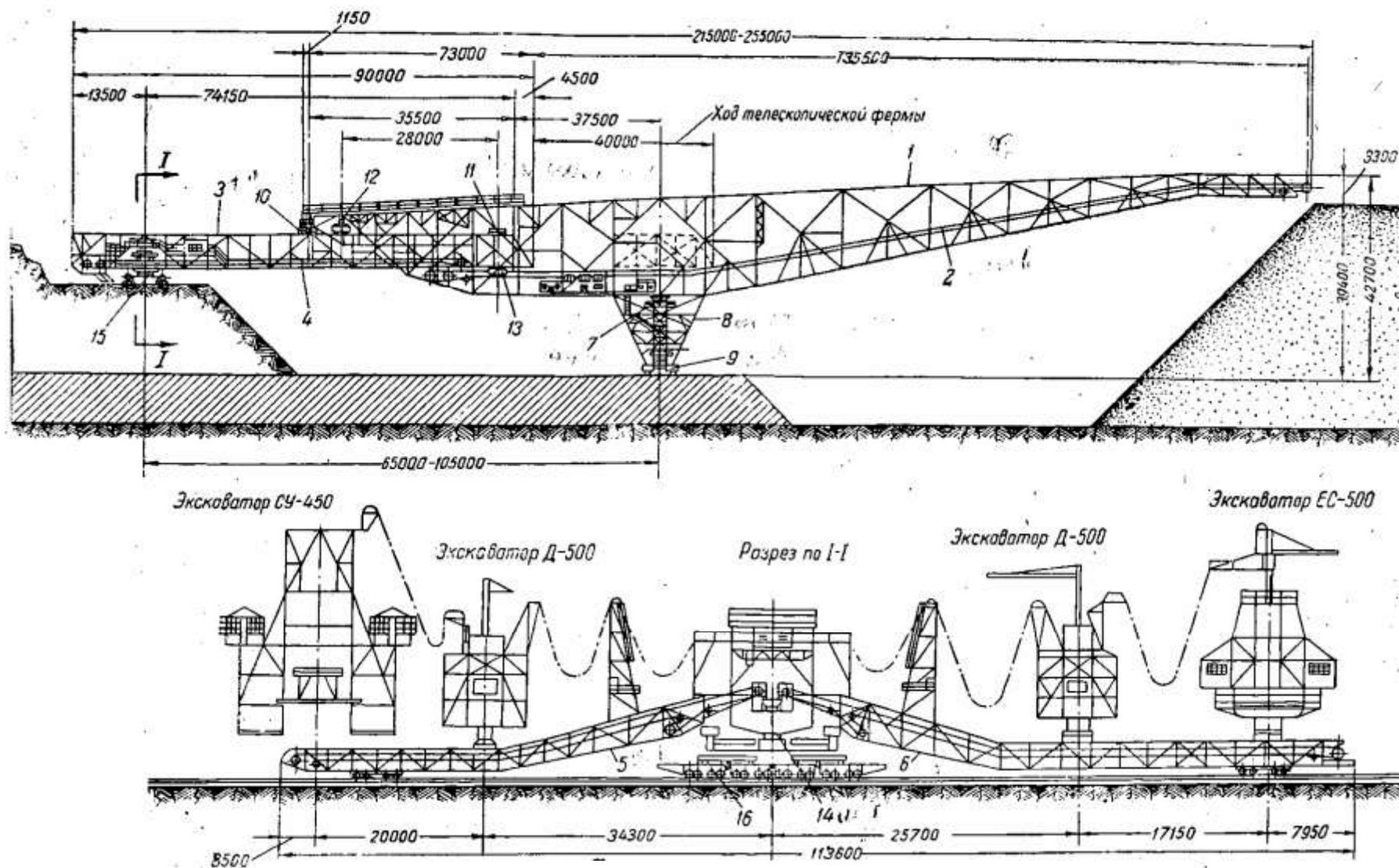


Рис. 14. Схема транспортно-отвального моста

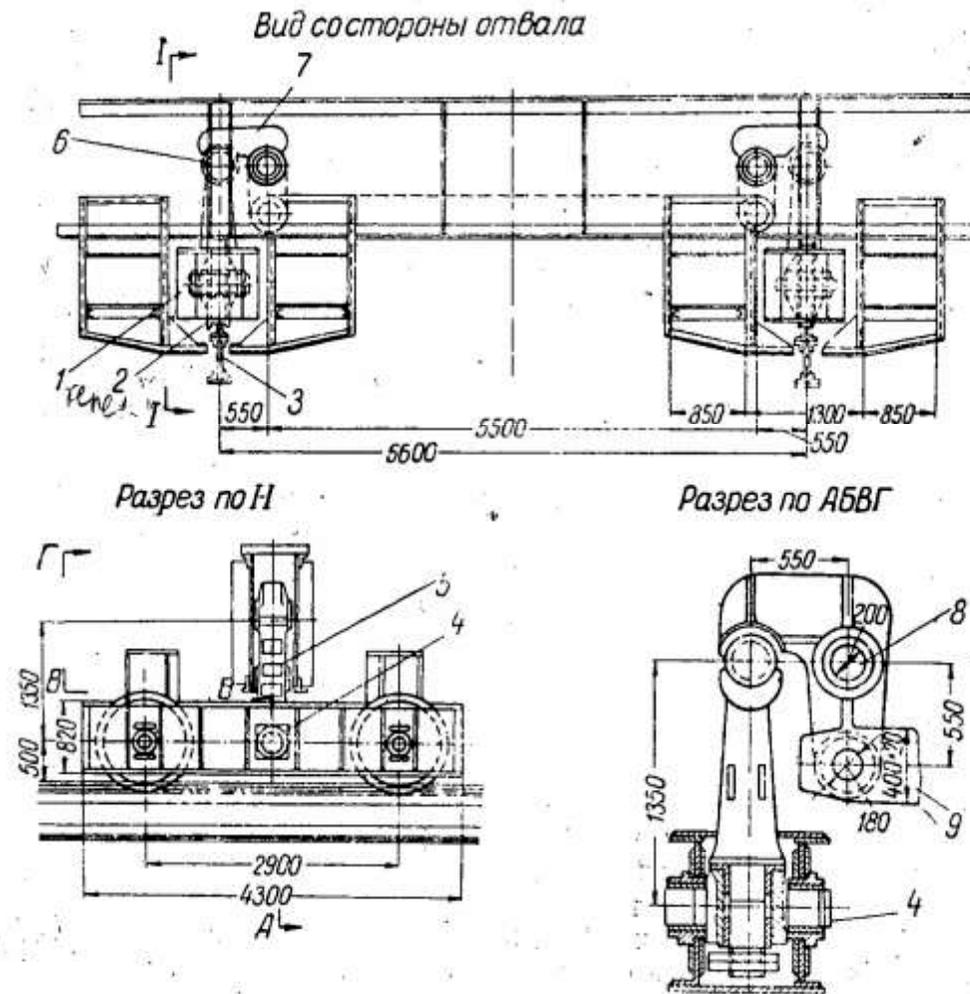


Рис. 15. Верхний направляющий механизм перемещения телескопической фермы

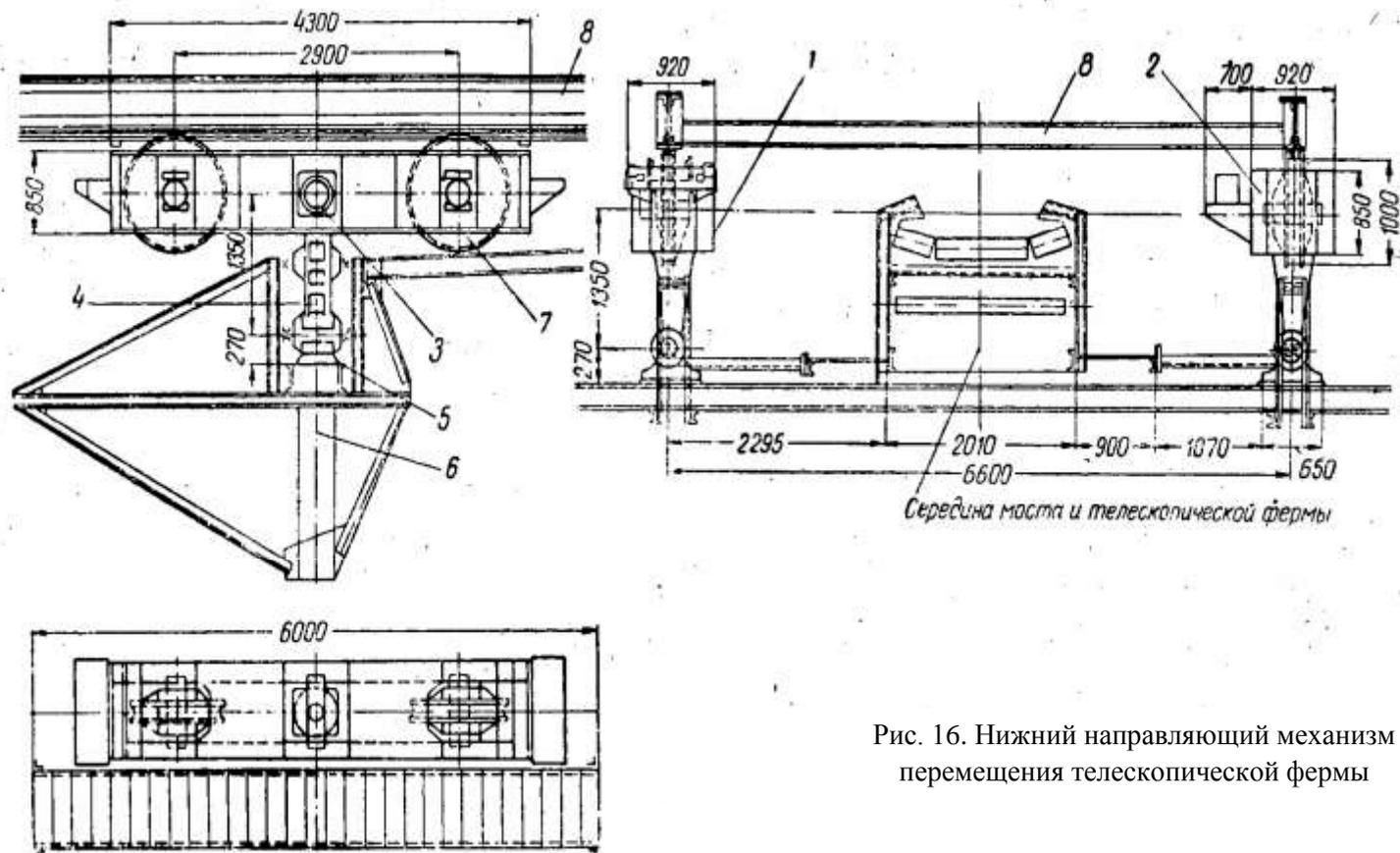


Рис. 16. Нижний направляющий механизм перемещения телескопической фермы

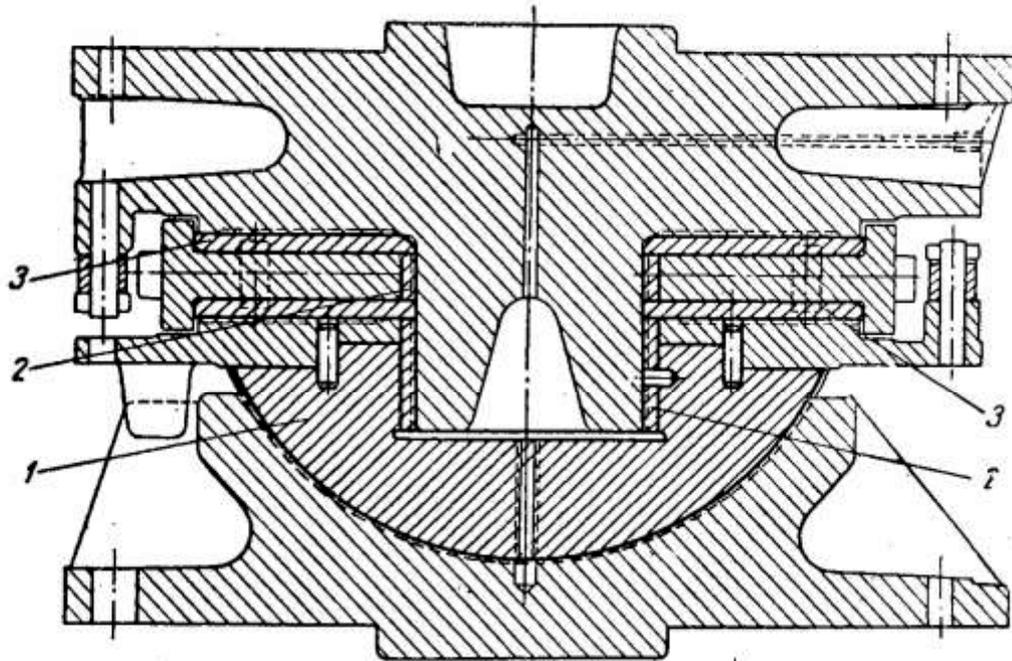


Рис. 17. Центральная шаровая пята отвальной стороны:  
1 – шаровая пята; 2 – втулки; 3 – опорные диски

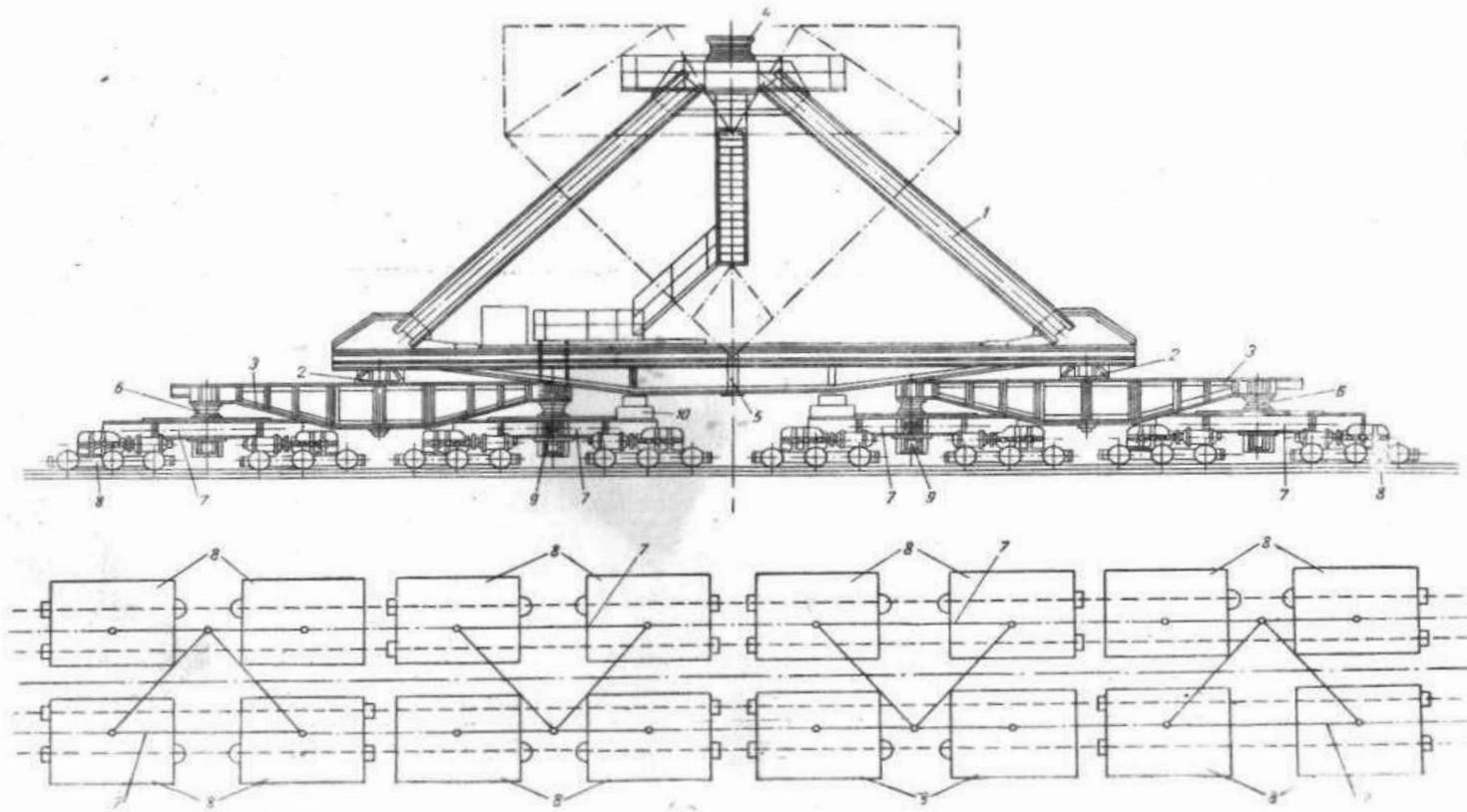


Рис. 18. Отвальная опора

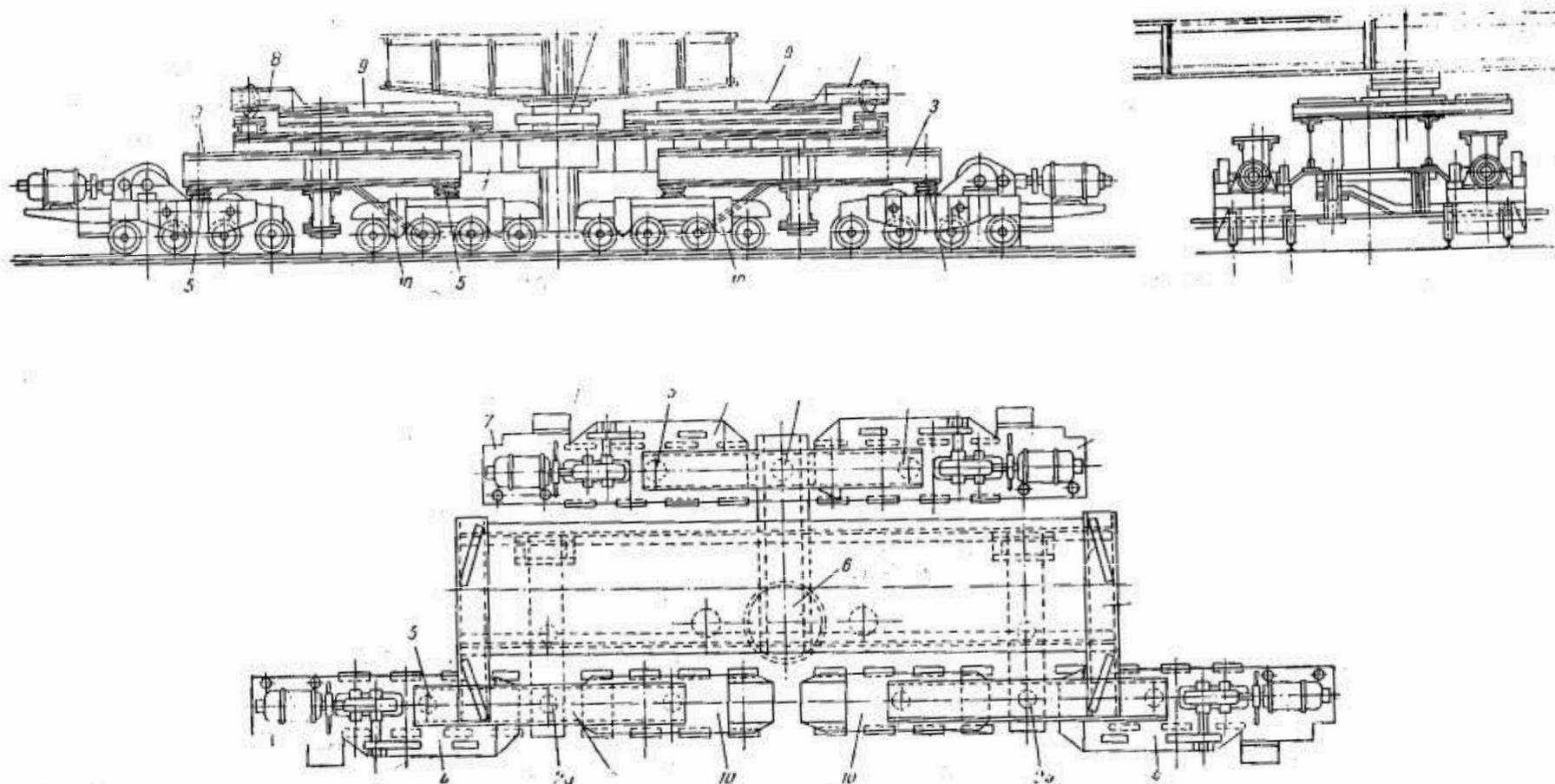


Рис. 19. Экскаваторная опора

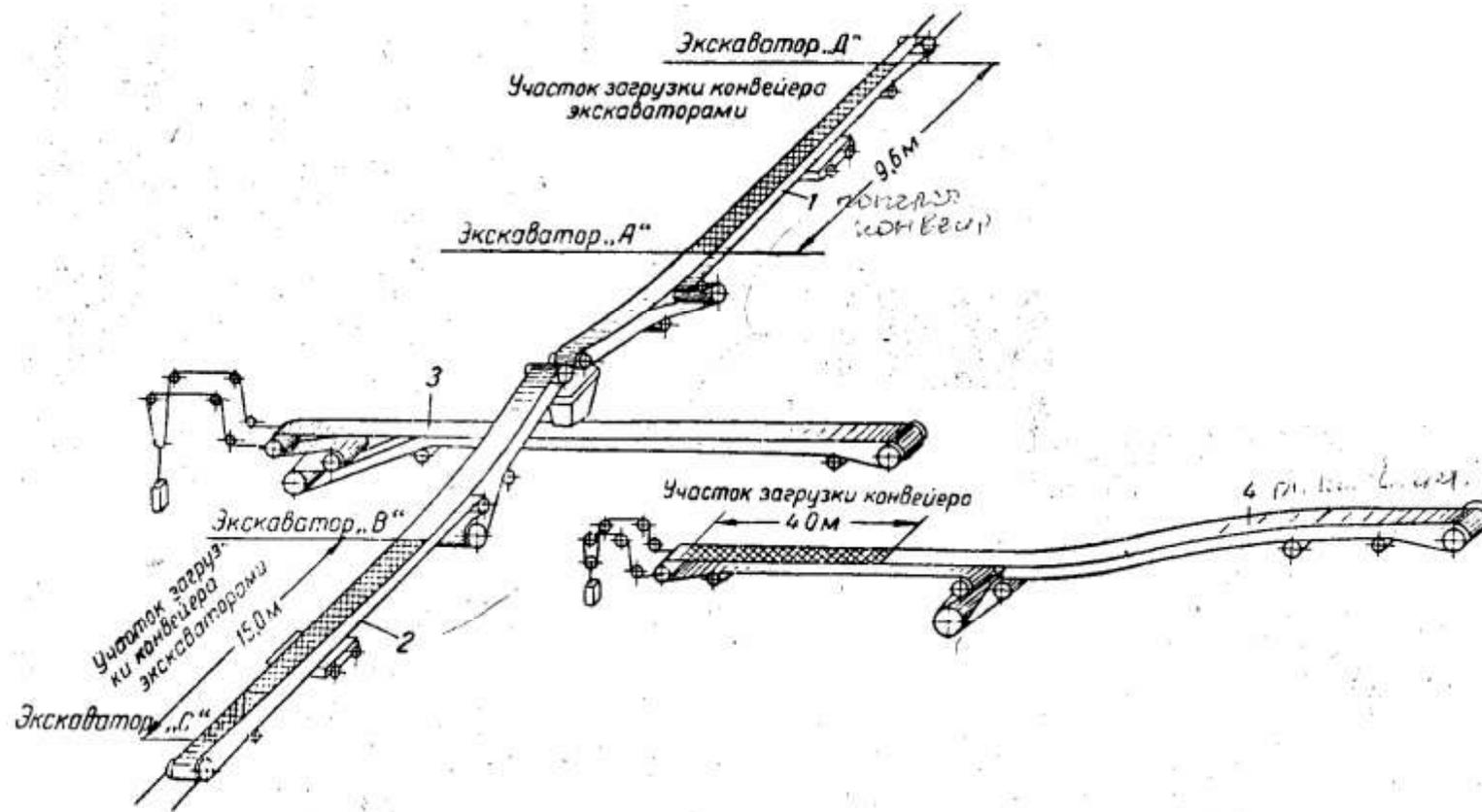


Рис. 20. Схема конвейеров транспортно-отвального моста

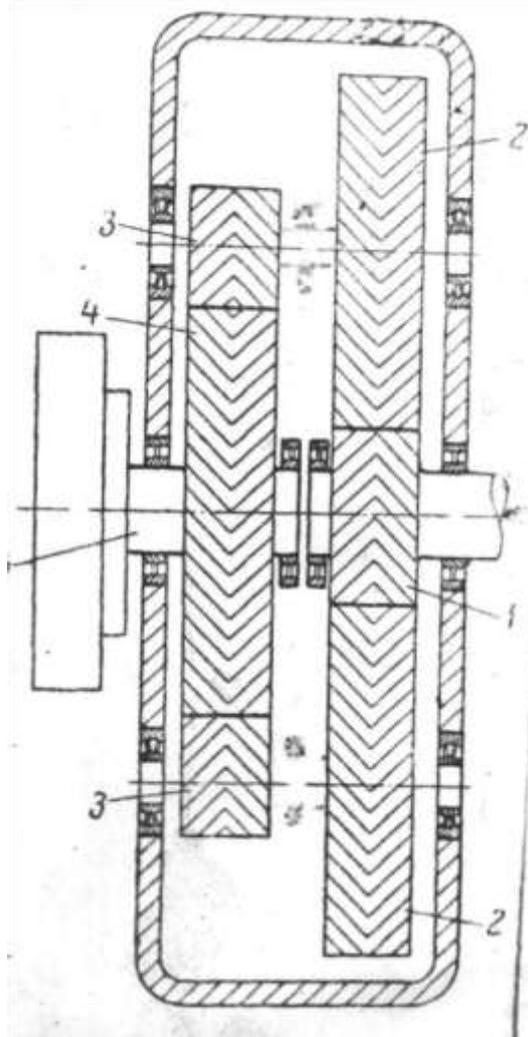


Рис. 21. Схема редуктора привода главного конвейера

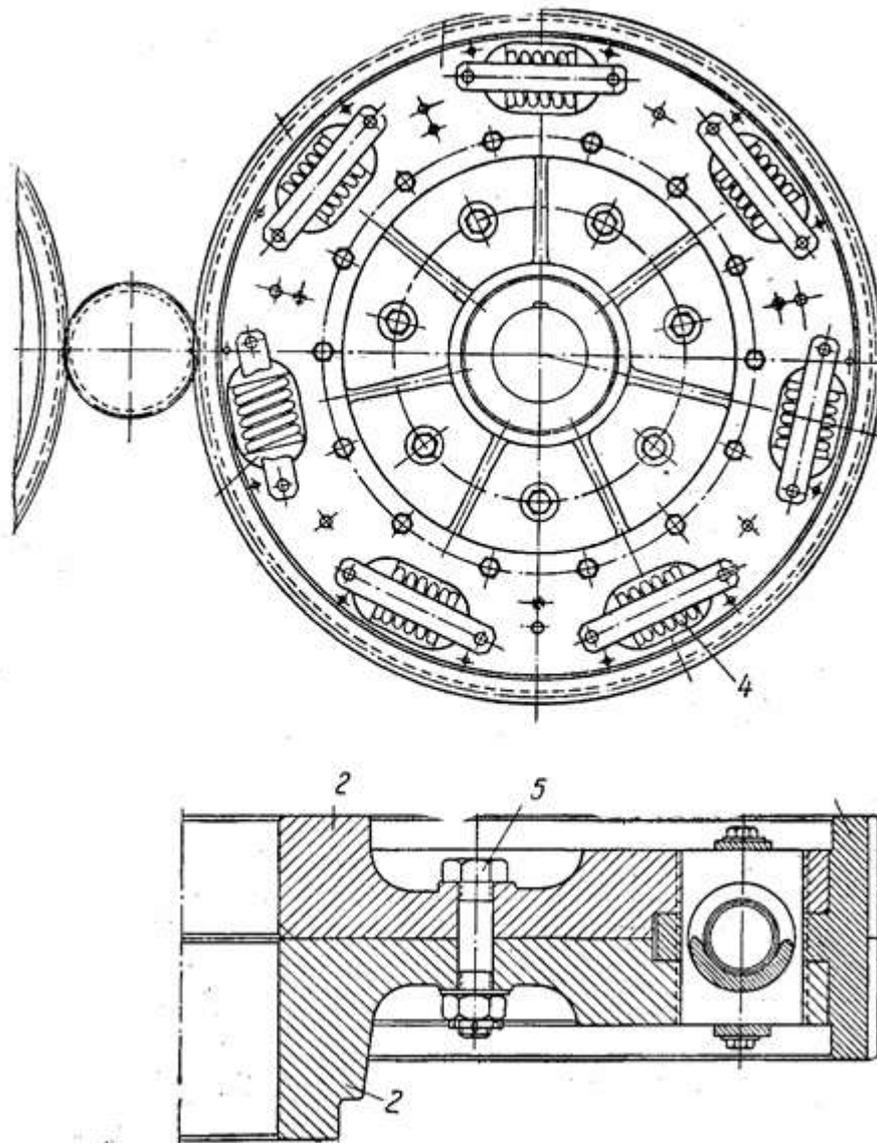


Рис. 22. Амортизационное устройство больших шевронных шестерен редуктора привода главного конвейера

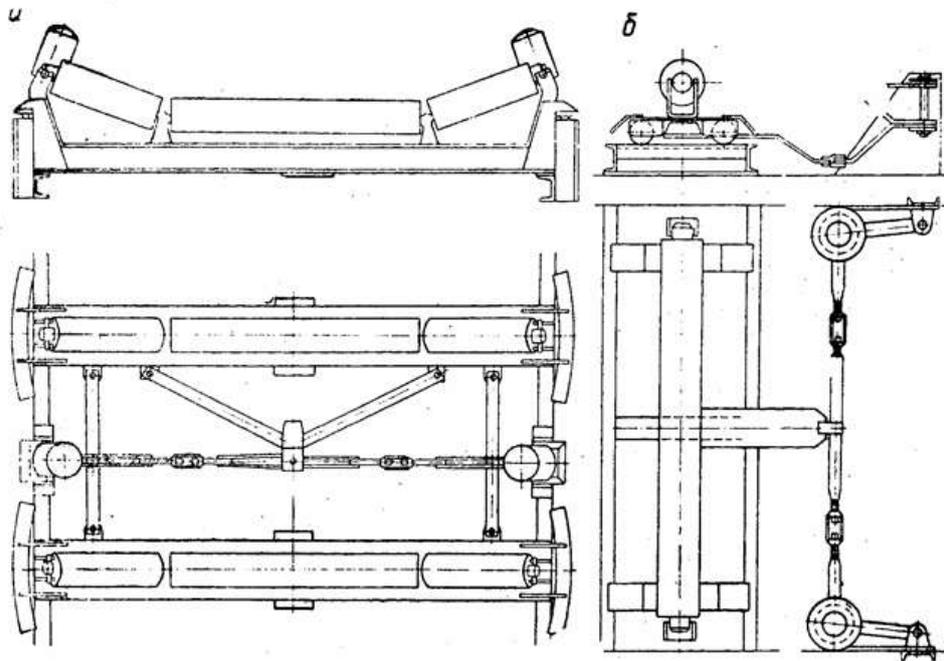


Рис. 23. Амортизационные направляющие ролики конвейеров отвального моста: а – верхний двойной; б – нижний

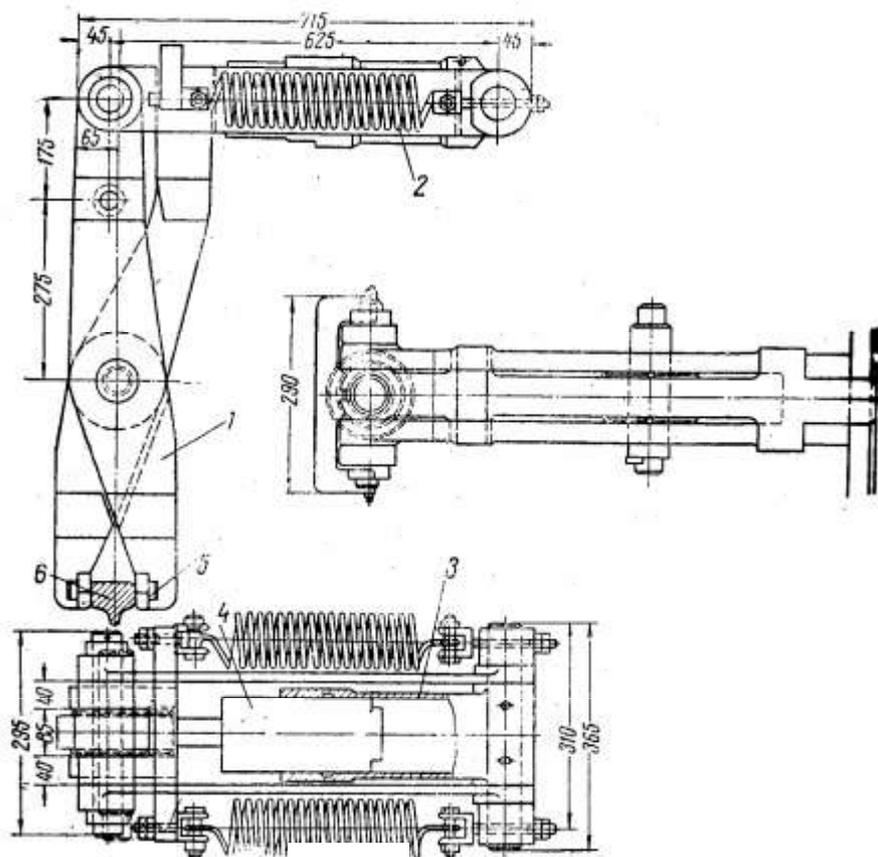
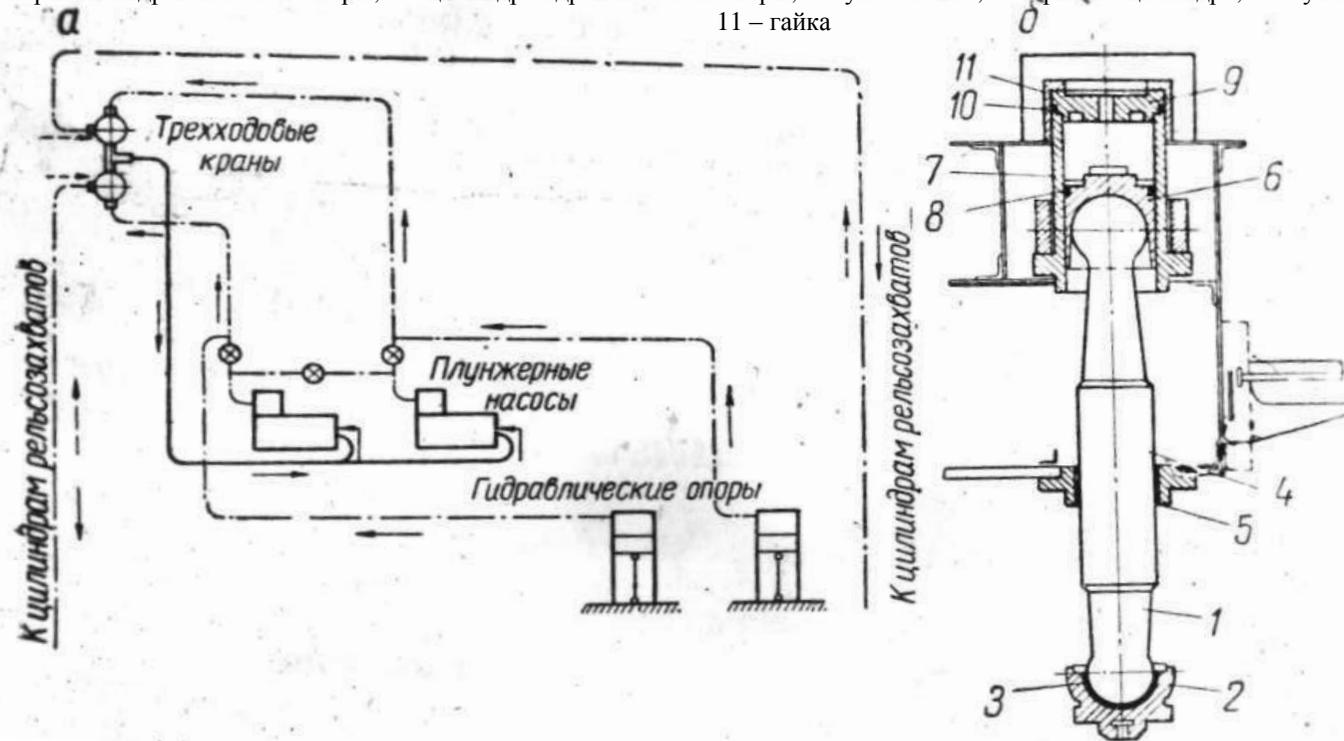


Рис. 24. Гидравлический рельсозахват

Рис. 25. Гидравлическое устройство:

а – принципиальная схема; б – гидравлическая опора.

1 – опорная шаровая стойка; 2 – подшипник шаровой опоры; 3 – вкладыш; 4 – колонковая опора; 5 – вкладыш колонковой опоры; 6 – поршень гидравлической опоры; 7 – цилиндр гидравлической опоры; 8 – уплотнение; 9 – крышка цилиндра; 10 – уплотнение крышки; 11 – гайка



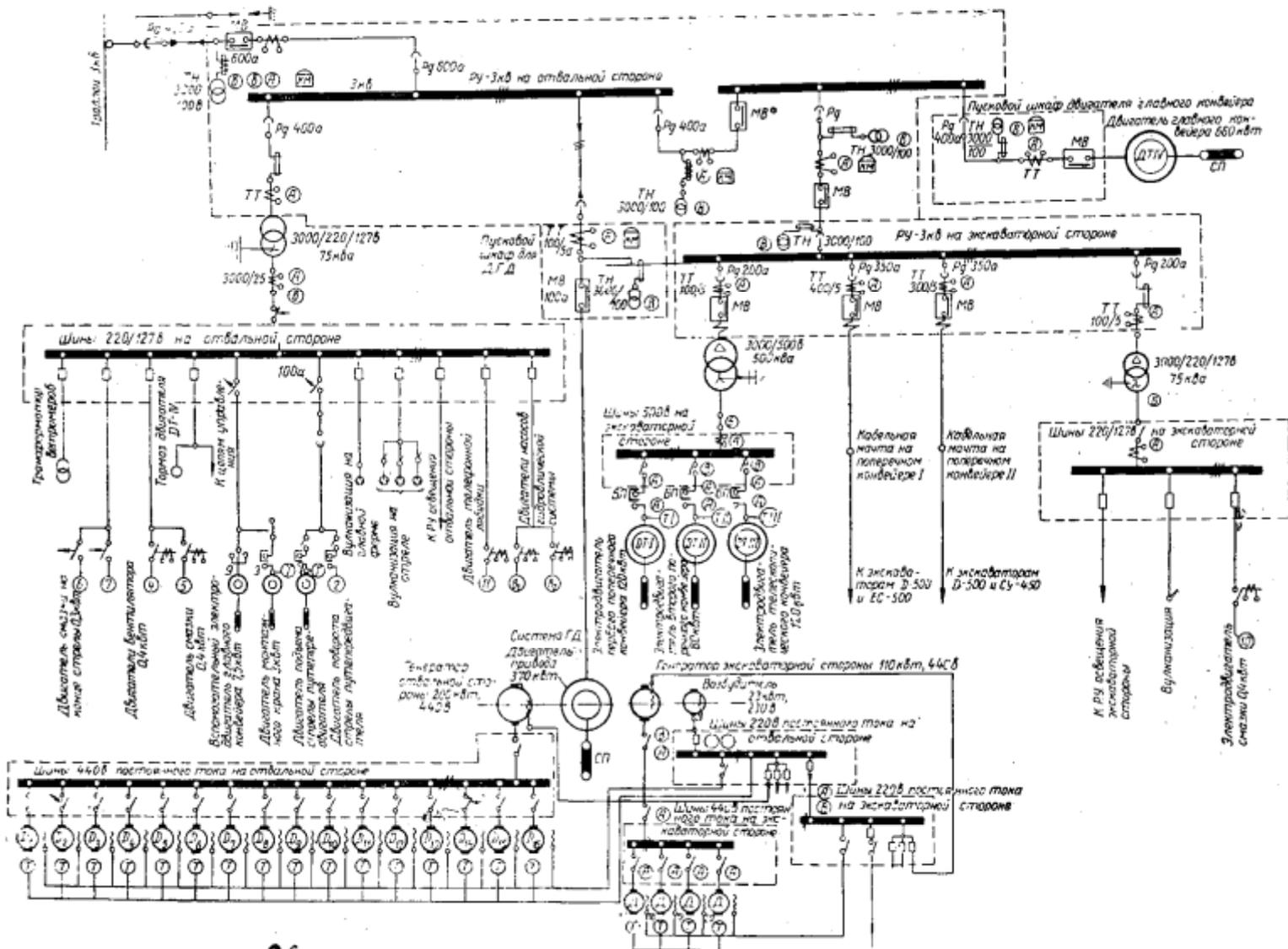


Рис 26 Принципиальная однолинейная схема канализации электроэнергии транспортно-отважного моста