

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева»**

Горный институт
Кафедра горных машин и комплексов

ИНСТРУКЦИЯ
по изучению конструкции
породопогрузочной машины 2 ПНБ-2

Составитель В.М. Юрченко

Кемерово 2015

Цель лабораторной работы: изучение конструкции породопогрузочной машины 2ПНБ2 и ее эффективной и безопасной эксплуатации.

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО

Машина погрузочная 2ПНБ-2 непрерывного действия предназначена для механизации процесса погрузки горной массы с коэффициентом крепости до 12 единиц по шкале проф. Протодеяконова, разрыхлённой буровзрывным или иным способом до кусковатости не более 500 мм, в вагонетки, на конвейер и другие транспортные средства. Погрузочная машина может быть использована при проходке горизонтальных и наклонных до 10° выработок с габаритами не менее: 3,0 м – по ширине и 1,8 м – по высоте.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Производительность, м ³ /мин	2,5
Габариты машины, мм:	
длина	7800
ширина, не более	2000
высота транспортная, не более	1450
Клиренс, мм	190
Масса машины, кг, не более	12000
Ширина захвата, мм, не более	2000
Величина опускания рабочей кромки носка ниже подошвы гусениц, мм, не менее	250
Величина подъёма рабочей кромки носка выше подошвы гусениц, мм, не менее	380
Скорость передвижения машины: рабочая, м/с, не более	0,15
Удельное давление на грунт, МПа, не более	0,07
Тип конвейера	скребковый одноцепной
Ширина жёлоба, мм, не менее	650
Угол поворота стрелки конвейера относительно Продольной оси машины, градусы, не более	±40
не менее	±30

Высота конца стрелы над почвой, мм, наибольшая	2980
Мощность двигателей привода, кВт:	
нагребающей части	30
ходовой части	18,5
привода конвейера	18,5
Рабочее напряжение, В	380 или 660
Допустимые отклонения напряжения сети, %	±5
Суммарная установленная мощность, кВт	63,5
Насос Н400УР, шт.	2
Производительность, л/мин	5
Давление в системе максимальное, МПа	10-11
Давление в гидросистеме манипулятора, МПа	
Форсунки орошения, шт:	4
в зоне погрузки	2
в зоне разгрузки	2
Давление в системе орошения, МПа	0,7±0,2
Расход воды, л/мин, не менее	60

Погрузочная машина 2ПНБ-2 (**рис. 1**) состоит из ходовой 1, нагребающей 2 и электрической частей 4, стрелы 6 конвейера, гидравлической 5 и оросительной 3 систем.

Кинематическая схема машины (**рис. 2**) представлена четырьмя отдельными кинематическими цепями: привода правой нагребающей лапы, привода левой нагребающей лапы, привода гусеничной ходовой части и привода скребкового конвейера.

Привод правой нагребающей лапы (левой аналогично) (**рис. 2, а**) состоит из электродвигателя М1, фрикционной предохранительной муфты I, планетарной передачи 2 с заторможенным венцом, промежуточного двухступенчатого цилиндрического редуктора 3 и одноступенчатого конического редуктора 4 нагребающей лапы 5. К вертикальному валу конического редуктора 4 крепится диск 7 с эксцентрично посаженным на нём пальцем 6 для шарнирного соединения с нагребающей лапой 5. С целью синхронизации работы обеих нагребающих лап их конические редукторы связаны между собой валом 9, на концах которого жёстко посажены конические шестерни 8.

Кинематическая цепь привода гусеничного хода (**рис. 2, б**) состоит из пятиступенчатого коническо-цилиндрического редук-

тора. Крутящий момент от электродвигателя МЗ через зубчатую муфту 1 и коническую зубчатую пару 25-2 передаётся валу переключения скоростей. По концам этого вала жёстко посажены цилиндрические шестерни 4 и 22, которые через шестерни 3 и 23 и зубчатые муфты 5, 21 осуществляют отбор мощности на два шестеренчатых насоса 6, 20 (типа Н400УР). С помощью гидроцилиндров производится включение тормозов и фрикционов. В средней части вала переключения скоростей на шлицах посажен блок сдвоенных шестерён 19, который через одну из двух цилиндрических шестерён 18 или 24 вращает вал фрикционов 17. Кинематическая цепь привода гусеничного хода разветвляется на правую и левую гусеницы. Далее рассматривается кинематическая цепь привода правой гусеницы. На конце вала фрикционов расположен фрикцион 8 с кулачковой муфтой 9 тормоза. Включение фрикциона 8 (диски сжаты) и одновременное выключение кулачковой муфты 9 тормоза производится гидроцилиндром 10. При включённом фрикционе 8 вращение от вала фрикционов через цилиндрическую шестерню 7, жёстко связанную с корпусом фрикциона 8, передаётся зубчатому колесу 11 и далее парами 12-13 и 14-16 приводной звёздочке 15.

Кинематическая цепь привода скребкового конвейера (рис. 2, в) представлена промежуточным двухступенчатым цилиндрическим редуктором (1-9 и 8-2) и двухступенчатым коническо-цилиндрическим редуктором (приводной головкой) 4, которые с помощью зубчатых муфт 3 связаны между собой телескопическим валом 6.

Второй вал промежуточного редуктора оснащён нормально-замкнутой фрикционной муфтой 7. Её выключение осуществляется гидроцилиндром 10 в момент пуска электродвигателя М4. Выходной вал редуктора 4 вращает приводной вал со звёздочкой 5, которая приводит в движение цепь скребкового конвейера.

НАГРЕБАЮЩАЯ ЧАСТЬ И ПРИВОД ЛАП

Несущим элементом нагребной части (рис. 3) является сварная рама 1 из листовой стали. В передней части рамы 1 приварен литой зубчатый носок 12, с боков болтами прикрепляются крышки: левая 8 и правая. В верхней части рамы 1 устанавлива-

ются два борта: левый 6 и правый. Днище жёлоба 7, по которому транспортируется горная масса, упрочнено электролитно-плазменным способом. Нагребающая часть шарнирно крепится к гусеничной тележке и конвейеру. С помощью гидроцилиндров она может подниматься и опускаться относительно почвы выработки. Сверху на раме 1 расположены две нагребающие лапы 11. Каждая лапа (например, лапа 11) шарнирно прикреплена к пальцу, эксцентрично установленному на диске 10 (кривошипе). При вращении кривошипа 10 лапа 11 с кулисой 9 (шатун-кулиса) совершает плоско-параллельное движение. При этом кулиса 9 своим пазом скользит по направляющему ролику с неподвижным центром. Ролик закреплён на крышке 8. Крайняя точка траектории нагребающей лапы, совершающей гребок, не доходит до загрузочной воронки скребкового конвейера. Поэтому загрузка осуществляется проталкиванием последовательных порций материала.

Справа и слева под рамой I смонтированы приводы правой и левой нагребающих лап (электродвигатель 2, промежуточный редуктор 3 и редуктор нагребающей лапы 5). С боков привода нагребающих лап закрыты ограждениями 4.

Привод нагребающей лапы (правой или левой) состоит из промежуточного редуктора (**рис. 4**) и редуктора нагребающей лапы (**рис. 5**). Электродвигатель типа ВРП (60S4Y) мощностью 15 кВт имеет фланцевое соединение к промежуточному редуктору (**рис. 4**). Редуктор состоит из планетарной передачи и двух пар цилиндрических косозубых передач. На валу электродвигателя посажена втулка 4 фрикционной муфты, с которой связаны ведущие диски 3. Крутящий момент от них передаётся ведомым дискам 2, закреплённым в корпусе 5 фрикционной муфты. Величина передаваемого крутящего момента регулируется сжатием дисков 2 и 3 с помощью затяжных винтов 1. Вращение от корпуса 5 муфты пальцами 6 и винтами 1 передаётся солнечной шестерне 24 планетарного механизма с заторможенным венцом 11. Солнечная шестерня 24 находится в зацеплении с двумя сателлитами 12 и 23, которые взаимодействуют с венцом 11 внутреннего зацепления. Каждый сателлит 12 опирается с помощью двух радиальных шарикоподшипников 10 на ось 8. Оси 8 сателлитов 12 и 23 закреплены в водиле 9, которое опирается в корпусе редуктора

на радиальные подшипники 7 и 22. При вращении солнечной шестерни 24 сателлиты 12 и 23 обкатываются по неподвижному венцу II, приводя во вращение водило 9 и связанную с ним цилиндрическую косозубую шестерню 21. Водило 9 опирается на два радиальных шарикоподшипника 7 и 22, установленных в расточках крышки и корпуса редуктора. Шестерня 21, находится в зацеплении с косозубым цилиндрическим колесом 13, посаженным на шлицевой хвостовик вал-шестерни 15, вращает его. Опирается вал-шестерня на радиально-упорные роликоподшипники 14 и 16. Далее через косозубое колесо 19, крутящий момент передаётся вал-шестерне 17 (цилиндрической прямозубой), являющейся зубчатой полумуфтой. В качестве узлов вращения вал-шестерни 17 использованы радиально-упорные роликоподшипники 13 и 20.

Все зубчатые колёса промежуточного редуктора работают в масляной ванне. Для заливки, контроля и слива отработанного масла в корпусе редуктора предусмотрены специальные отверстия.

Редуктор нагребавшей лапы (**рис. 5**) состоит из одноступенчатой конической передачи 13-2, заключённой в литом корпусе. Он крепится к раме нагребавшей части болтами. Между собой редуктор нагребавшей лапы и промежуточный редуктор связаны зубчатой муфтой. Зубчатая полумуфта 12 закреплена шайбой и двумя болтами на шлицевом хвостовике конической вал-шестерни 13. Вращение от вал-шестерни 13 со спиральным зубом передаётся коническому колесу 2 и валу 3, к которому крепится диск с эксцентрично посаженным пальцем. Для обеспечения синхронной работы нагребавших лап конические колёса 2 редукторов связаны между собой коническими вал-шестернями 6. На их шлицевые концы одета соединительная труба. Вал-шестерни 6, 13 и вал 3 одним концом опираются соответственно сферические двухрядные роликоподшипники 9, 15, 4, а другим концом – на роликовые конические двухрядные радиально-упорные подшипники 5, 14, 11. Регулировка зубчатого зацепления осуществляется толщиной прокладок, устанавливаемых под крышки 7, 17, 10. Для контроля зацепления в корпусе редуктора предусмотрены смотровые окна закрытые крышками 8, 16. Смазка в редуктор поступает через заливное отверстие, закрытое пробкой.

ХОДОВАЯ ЧАСТЬ

Ходовая часть (**рис. 6**) машины представляет собой самоходную гусеничную тележку и состоит из рамы 4, трёх пар опорных балансиров 3, двух натяжных устройств 6, двух гусеничных цепей 9, редуктора 10 и электродвигателя 8.

Рама 4 гусеничной тележки является несущей металлоконструкцией, к которой с помощью проушин 5 крепится нагребаящая часть. В передней части рамы 4 расположены два гидроцилиндра 7 подъёма нагребаящей части. В средней части рамы 4 установлены гидроцилиндры 1 подъёма стрелы конвейера. С боков рамы 4 укреплены оси 2, на которые шарнирно посажены опорные балансиры 3 по три с каждой стороны. Опорный балансир 3 состоит из опоры и опорных роликов, которые катятся по гусеничной цепи 8.

Гусеничная цепь (**рис. 7**) собирается из 42 траков 1, которые соединяются между собой пальцами 3 и шплинтуются шплинтами 2. Максимально допустимое провисание цепи составляет 10-20 мм.

Редуктор привода гусеничной тележки (**рис. 8**) двухскоростной, конически-цилиндрический, имеет стальной литой корпус 1 с крышкой 29. Спереди, в его расточке установлена фланцевая вставка 4, к которой крепится электродвигатель ВРП160S4 мощностью 15 кВт. Внутри вставки вал электродвигателя с помощью зубчатой муфты 3 соединён с конической вал-шестерней 2 (со спиральным зубом), которая опирается на два радиально упорных подшипника. Далее крутящий момент передаётся коническому зубчатому колесу 31, посаженному на шлицах вала переключения скоростей 6. На этом же валу 6 с помощью механизма переключения 34 перемещается блок сдвоенных цилиндрических шестерён 5. Он входит в зацепление с прямозубым колесом 26 или 28, обеспечивая включение рабочей или маневровой скорости гусеничной тележки. По концам вала переключения скоростей 6 установлены цилиндрические прямозубые шестерни 7 и 32, через которые производится отбор мощности для вращения эксцентриктовых насосов 12 и 33, питающих гидросистему машины. Кинематическая цепь привода ходовой части, начиная с вала фрикционных 27, разветвляется на левую и правую гусеницу. На

обоих шлицевых концах вала 27 установлены фрикционы 10 и 30. (Далее рассматривается редуктор привода левой гусеницы). Каждый фрикцион состоит из втулки 14 с закреплёнными на ней ведущими дисками II и наружного корпуса 10 с ведомыми дисками. Корпус фрикциона 10 выполнен заодно с прямозубой цилиндрической шестерней 9 и опирается на втулку 14 с помощью игольчатого подшипника 8. Соосно с фрикционом 10 в боковой точке корпуса I редуктора установлен гидроцилиндр 15 одностороннего действия с двумя спиральными пружинами 16. Зубчатой муфтой 18 и обоймой 13 он связан как с фрикционом 10, так и с кулачковой муфтой 17 тормоза ходовой части. С помощью пружин 16 кулачковая муфта 17, а следовательно, и тормоз постоянно включены. При поступлении масла в поршневую полость гидроцилиндра 15 происходит сжатие ведущих и ведомых дисков фрикциона 10 и передача крутящего момента от вала 27 шестерне 8 и связанному с ней колесу 25. Далее вращение через две прямозубые цилиндрические пары 19-24 и 20-21 передаётся выходному валу 23 редуктора со звездочкой 22, приводящей в движение гусеничную цепь.

Смазка зубчатых передач редуктора производится погружением в масляную ванну. Все подшипники, на которые опираются валы, смазываются масляным туманом при разбрызгивании масла.

КОНВЕЙЕР

Скребковый конвейер (**рис. 9**) предназначен для транспортировки горной массы от нагребавшей части машины до последующего транспортного средства.

Конструктивно конвейер состоит из трёх шарнирно соединённых рам (рама стола 8, промежуточная 6, рама хвостовая 3), цепи со скребками 10, приводной головки 1 и редуктора конвейера 5, соединённых телескопическим валом 4, и электродвигателя 7. Шарнирное соединение рамы позволяет изменять положение скребкового конвейера относительно загружаемого транспортного средства. Поворот скребкового конвейера производится двумя гидроцилиндрами 11, а подъём хвостовой секции гидроцилиндром 12.

Вертикальные борта рамы конвейера образуют жёлоб, в котором размещается втулочно-роликовая цепь 10 со скребками.

Соединения скребков с цепью имеют шарниры с вертикальными осями, что позволяет поворачивать конвейер в горизонтальной плоскости. В качестве тягового органа также может применяться сварная круглозвенная калиброванная цепь. Днище 9 скребкового конвейера для повышения износоустойчивости упрочнены электролитно-плазменным способом. Приводная головка 1, установленная в пазах хвостовой рамы 3 конвейера, имеет возможность продольного перемещения. Натяжение цепи со скребками 10 осуществляется винтовыми устройствами с пружинами 2 (по одному с каждой стороны).

Привод скребкового конвейера состоит из редуктора 5, приводной головки 1 и телескопического вала 4.

Редуктор конвейера (**рис. 10**) состоит из литого неразъёмного корпуса 4 с крышкой 16 и двух пар цилиндрических прямозубых передач. Корпус редуктора 4 болтами крепится к хвостовой раме скребкового конвейера. Электродвигатель 19 к редуктору прикреплён с помощью фланцевого соединения. На конце вала электродвигателя шпонкой, шайбой и двумя болтами закреплена шестерня 20. Она вращает зубчатое колесо 13, сидящее на шлицевом конце второго вала 12. Полый вал 12 опирается на радиальные шарикоподшипники 10 и 14. На левом конце вала 12 расположена фрикционная нормально-замкнутая муфта, предохраняющая электродвигатель привода конвейера от перегрузок. Ведущие диски 3 закреплены на валу 12, а ведомые диски 6 – внутри наружного корпуса 5 муфты. Корпус муфты 5 выполнен заодно с шестерней 8 и опирается на вал 12 через игольчатый подшипник 7. Ведомые 6 и ведущие 3 диски постоянно сжаты двумя спиральными пружинами II, действующими на тягу 9 и нажимной диск I. Необходимое усилие сжатия дисков фрикционной муфты задаётся затягиванием гайки 2. Выключение фрикционной муфты для выключения скребкового конвейера осуществляется гидродомкратом 15 одностороннего действия, встроенным в торец полого вала 12. При подаче давления в поршневую полость гидродомкрата 15 его шток, воздействуя на тягу 9 с нажимным диском I, сжимает пружины II и освобождает диски фрикционной муфты. При включённой фрикционной муфте второго вала 9 крутящий момент от шестерни 8 передаётся зубчатому колесу 22 и выходному валу 24, опирающемуся с одной стороны на радиаль-

ный шарикоподшипник 21, а с другой – на сферический двухрядный роликподшипник 23. Далее выходной вал 24 соединяется телескопическим валом с ритцелем редуктора приводной головки.

Смазка зубчатых передач осуществляется окунанием, а смазка подшипников масляным туманом от разбрызгивания масла. Для контроля, за уровнем масла в крышке 16 редуктора имеется отверстие закрытое пробкой-сапуном 17. В нижней части корпуса предусмотрено сливное отверстие с пробкой 18.

Приводная головка (**рис. 11, а**) состоит из редуктора I, литой траверсы 5 и приводного вала 3 со звёздочкой 4. Литая траверса 5 является жёсткой базой, к которой с одной стороны болтами крепится редуктор приводной головки I, а с другой – подшипниковый узел 6 приводного вала 3. Шлицевые концы выходного вала редуктора и приводного вала 3 со звездочкой 4 соединены муфтой 2. Таким образом, опорами вращения приводного вала 3 являются: с одной стороны – подшипниковый узел 6, а с другой стороны – радиально-упорный двухрядный конический роликподшипник 12 (**рис. 11, б**) редуктора приводной головки.

Редуктор приводной головки (**рис. 11, б**) двухступенчатый коническо-цилиндрический, состоит из стального литого неразъёмного корпуса 2, крышки 20, первой конической и второй цилиндрической зубчатых передач. Крутящий момент редуктору приводной головки передаётся телескопическим валом от редуктора конвейера (см. **рис. 9**).

Входной конический вал-шестерня 3 опирается в корпусе 2 на два конических радиально-упорных роликподшипника 18 и входит в зацепление с коническим колесом 4, напрессованным на второй вал 5. На этом же валу 5 напрессована прямозубая цилиндрическая шестерня 17, вращающая зубчатое колесо II, посаженное на шлицах выходного вала 9. Осевая нагрузка от конического зацепления, действующая на второй вал 5, воспринимается радиально-упорными коническими роликподшипниками 7 и 15. Регулировка конического зацепления осуществляется установкой прокладок (различной толщины) между корпусом редуктора 2 и крышками I и 6. Выходной вал 9 одним концом опирается на радиальный шарикоподшипник 10. В связи с тем, что на другой конец вала 9 передаётся нагрузка от приводного вала со звездочкой,

он опирается на радиально-упорный двухрядный конический роликоподшипник 12, установленный в расточке корпуса редуктора 2 в специальном стакане 14. С наружной стороны все расточки корпуса редуктора под подшипники закрыты крышками I, 6, 8, 16. Проникновение пыли во внутрь редуктора со стороны входного 3 и выходного 9 валов препятствуют манжетные уплотнения 19, 13.

Смазка зубчатых передач и подшипников редуктора приводной головки осуществляется теми же способами, что и в других редукторах машины. Масло в редуктор заливается через отверстие в крышке 20, закрытое пробкой-сапуном 21. В нижней части корпуса редуктора предусмотрено сливное отверстие с пробкой 22.

ГИДРОСХЕМА

Гидросхема машины (**рис. 12**) предназначена для включения фрикционов и тормозов, отключения фрикциона редуктора скребкового конвейера, а также для питания гидроцилиндров, осуществляющих подъём, опускание и поворот отдельных узлов.

Гидросистема состоит из маслобака 23, двух фильтров I, двух эксцентриковых насосов 2 типа Н400УР, золотниково-клапанных трёх-позиционных гидрораспределителей 3 и 7, гидрозамков 5, 10 и 20, двух гидроцилиндров подъёма нагребавшей части 4, гидроцилиндров подъёма 9, 21 и поворота 14, 19 скребкового конвейера, гидроцилиндра подъёма хвостовой секции конвейера 16, дросселей II, 22 и трубопровода.

Гидросистема заполняется чистым маслом "Индустриальное ИГП-30". Масло из гидробака 23 через фильтры I с помощью насосов 2 нагнетается в напорную магистраль и поступает к гидрораспределителям 3 и 7. В гидрораспределитель 7 встроен предохранительный клапан, который защищает гидросистему от перегрузки (предельное давление 10+1 МПа). Для контроля, за рабочим давлением (4–8 МПа) в напорную магистраль включён манометр 6.

Гидрораспределитель 7 типа Р80-2/2-444 состоит из литого стального корпуса, трёх золотников и предназначен для управления гидроцилиндрами осуществляющими: подъём и опускание

нагребающей части 4, скребкового конвейера 9 и 21, хвостовой части скребкового конвейера 16 и отключение фрикциона 15 редуктора привода конвейера. Каждый золотник имеет 3 положения: "Подъём", "Опускание" и "Нейтральное". Фиксация золотников в одной из рабочих позиций осуществляется вручную. После окончания работы гидроцилиндра золотник возвращается в нейтральную позицию под действием возвратной пружины. При нейтральном положении золотников гидрораспределителей 3, 7 масло через отверстие в перепускном клапане проходит по трубопроводу на слив. В напорных магистралях, соединяющих первые два золотника гидрораспределителя 7 с гидроцилиндрами подъёма 4, 9, 21 установлены гидрозамки 5, 10, 20, предотвращающие самопроизвольное опускание.

Управление гидроцилиндром 16 подъёма хвостовой секции конвейера и гидродомкратом 15 отключения фрикциона редуктора конвейера осуществляется третьим золотником гидрораспределителя 7, в котором сливной канал заглушен, и переключателем 17. В нейтральном положении переключатель 17 перекрывает напорную линию к гидроцилиндру 16 (при этом клапан поджат винтом) и открывает её к гидродомкрату 15 для отключения фрикциона привода конвейера. При необходимости управления гидроцилиндром 16 (подъёмом хвостовой секции конвейера) винт переключателя 17 следует отвернуть на 5–8 мм, чтобы закрыть напорную линию к гидродомкрату 15. При опускании хвостовой секции конвейера слив масла из поршневой полости гидроцилиндра 16 происходит через ту же напорную линию. Для этой цели в неё включён клапан-дроссель 8.

Гидрораспределитель 3 типа P80-2/3-444 состоит трёх золотников и предназначен для управления гидроцилиндрами: 12, 18 – фрикционов и тормозов привода ходовой части машины; 14, 19 – поворота хвостовой части скребкового конвейера. В напорных магистралях от каждого золотника включены дроссели 22 с целью исключения ложного срабатывания гидроцилиндров 12, 18 и 14, 19 из-за утечки масла через пояски золотников при их нейтральном положении. Дроссели II обеспечивают плавность хода гидроцилиндров 14, 16 и 19.

Маслобак представляет собой сварную конструкцию с перегородкой, отделяющей зону слива от зоны всасывания. На всасы-

вающих трубопроводах установлены фильтры для очистки масла. В верхней части бака расположено заливное устройство. Контроль за уровнем масла осуществляется маслоуказателем.

Литература

1. Руководство по эксплуатации оборудования