**Міністерство освіти і науки України**

**Донбаська державна машинобудівна академія**

**Методичні вказівки  
до самостійної роботи**

**з дисципліни  
«Спеціальні ПТМ»**

**для студентів спеціальності 7.05050308**

|  |
| --- |
| Методичні вказівки рекомендовано до подальшого використання в учбовому процесі.  Протокол метод. ради ІЕФ  №10 від 04.06.12 р. |

**Краматорськ 2012**

Контрольная работа по дисциплине «Специальные ПТМ» служит для практического закрепления навыков проектирования и расчета машин, изучаемых в теоретической части и состоит из двух расчетных заданий и реферативной части. Тематика реферативной части должна быть посвящена вопросу эксплуатации, проектирования, диагностики СПТМ, изучаемых в лекционном курсе, и выбирается студентом с согласованием с ведущим преподавателем.

**1 Изучение влияние параметров стреловой системы портального крана на нагрузки в напорной рейке**

**Общие сведения.**

Портальные краны представляют собой полноповоротные стреловые краны, поворотная часть которых установлена на подвижном помосте, называемом порталом, который передвигается по рельсам. Данные машины работают в морских и речных портах, доках, угольных складах, ТЭЦ, на заводах железобетонных изделий и на строительстве гидротехнических сооружений.

Существенное влияние на конструктивные и эксплуатационные качества портальных кранов оказывают тип и технический уровень стреловых систем. Одним из наиболее важных показателей технического уровня является степень их уравновешенности под действием груза и собственного веса.

Неуравновешенность стреловых систем, как показывают многочисленные исследования, вызывает неравномерность движения, вследствие чего появляются динамические нагрузки, неблагоприятно влияющие на прочность стрелы и надежность механизма изменения вылета. Кроме того, неуравновешенность приводит к дополнительным затратам электроэнергии на перемещение стреловой системы, а увеличенная масса подвижного противовеса увеличивает массу самого крана и давление на опоры.

Стремление наиболее полно удовлетворить указанным требованиям привело к созданию целого ряда уравновешивающих механизмов. На современном этапе эволюции уравновешенных стреловых систем известно больше 100 разных конструктивных схем [1-10].

**Постановка задачи.**

Изменение вылета груза на конце хобота AB (рис. 1.1) регулируется приводом с зубчатой рейкой, шарнирно соединенной со стрелой. Ввиду значительной неуравновешенностью системы противовес и рычажная система выполняют также роль системы безопасности при выходе из строя напорного механизма. При проектировании рычажная система и масса противовеса синтезируются таким образом, что при максимальном вылете груза на стрелу действует момент, подтягивающий ее к оси крана, а при минимальном – момент отодвигающий стрелу от оси. Таким образом, благодаря наличию неуравновешенных моментов (рис. 1.1) при обрыве рейки стреловая система вернется в расчетное положение равновесия.

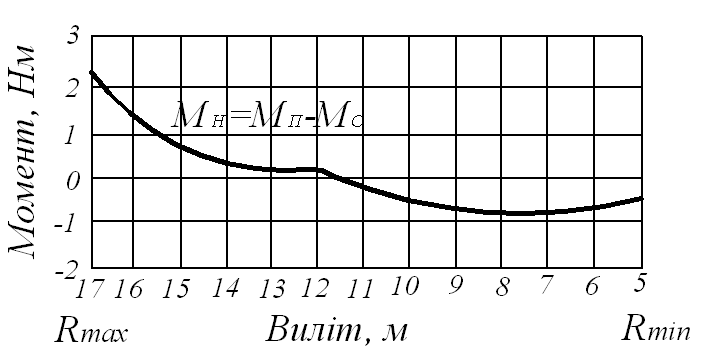


Рисунок 1.1 – Диаграмма неуравновешенных моментов

Одним из наиболее значимых эксплуатационных показателей является энергоемкость процесса перемещения груза. Рычажная система противовеса призвана компенсировать часть нагрузки от груза, при этом наиболее важным показателем является усилие на рейке механизма качания стрелы. Так как скоростные режимы диктуются требованием производительности, снижение энергоемкости возможно за счет уменьшения нагрузки на рейке в течение цикла работы.

**Задание.**

1 Построить стреловую систему портального крана по заданным значениям в 5 положениях напорной рейки (0, 0.25L, 0.5L, 0.75L, 1.0 L).

2 Рассчитать нагрузку в напорной рейке в 5 положениях

3 Построить график зависимости усилия на рейке от ее положения и рассчитать энергоемкость одного цикла выдвижения груза.

**Ход выполнения.**

**Пункт 1**

В таблице исходных данных (табл. 1.2) заданы геометрические размеры элементов стреловой системы портального крана (рис. 1.2).

AB ­ хобот, BE ­ оттяжка, CD – стрела, FH ­ напорная рейка, KR – коромысло противовеса, FK – тяга противовеса.



Рисунок 1.2 – Стреловая система портального крана

Единственным параметром, который изменяет свою длину, является рейка. Так, например чтобы построить положение точки F при длине рейки 5601 мм (рис. 1.3), сделаем засечку циркулем из точки H радиусом 5601 (текущая длина рейки), а из точки D – радиусом 6550 мм (6550 – заданная в задании точка крепления к стреле). Точка F – текущее положение шарнира, продлив ее до длины стрелы получим точку C (шарнир сочленения с хоботом).



Рисунок 1.3 Рисунок 1.4

Для построения точки К проведем из F окружность радиусом заданной длины тяги FK и из точки M радиусом (размеры KN, MN – даны в задании ).

Аналогично определим положение шарнира B.

Построения целесообразно выполнять на компьютере.

**Пункт 2**

Определение усилий в элементах стрелы

Таблица 1 – Вес элементов стреловой системы в тоннах (дано в задании)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 17 | 9 | 2,7 | 16 | 1,9 | 1 | 4,8 | 19,5 |

Этап 1

При определении внутренних усилий и реакций в шарнирах стреловой системы портального крана можно воспользоваться графическими, аналитическими методами или выполнить анализ плоской системы с помощью метода конечных элементов на ЭВМ (например с помощью программы MavStructure).

При определении усилий аналитическим методом необходимо расчленить механизм на структурные группы и рассмотреть равновесие каждой.

Первой необходимо рассмотреть структурную группу 1-го вида, состоящую из хобота AB и оттяжки BE. Расчетная схема приведена на рис. 1.5.



Рисунок 1.5 – Определение реакций в точках C и E

Здесь мы имеем четыре неизвестные реакции в точках C и E, для нахождения которых необходимо составить 4 уравнения статики, например

либо

Для упрощения расчетов считать центры тяжести всех элементов расположенными посредине. Плечи при вычислении моментов допускается определять как аналитически, так и графически (линейкой с чертежа с учетом масштаба построения). Построение положений механизма предпочтительно выполнять на ЭВМ (например в AutoCAD, Компас, NanoCAD), что позволит точно делать измерения с помощью стандартных средств нанесения размеров.

На рисунке 1.6 показана расчетная схема с необходимыми плечами для составления уравнений. Составляем уравнения с учетом положительного направления осей слева-направо и снизу вверх и положительного момента против часовой стрелки.



Рисунок 1.6 – Определение реакций в точках C и E

Данные уравнения целесообразно решать с помощью специализированных программ, например MathCAD



Здесь g – ускорение свободного падения, спецификатор “*ton*” в задании нагрузок указывает, что размерность значений в тоннах. Результат получен в ньютонах. Если не вводить “*ton*” и “*g*” результат будет выдан в тоннах.

Этап 2

Далее следует рассмотреть еще одну группу первого вида, состоящую из коромысла противовеса KR и тяги FK (рис. 1.7).



Рисунок 1.7 – Определение реакций в точках F и M

Воспользуемся уравнениями статики

Для схемы на рисунке 4 имеем

Решаем данную систему с помощью MathCAD относительно опорных реакций



Этап 3 – Определение усилия в рейке качания стрелы

Для определения усилия в напорной рейке рассмотри равновесие стрелы с учетом найденных ранее реакций в точках C и F. Расчетная схема изображена на рисунке 1.8. При переносе ранее найденных реакция на схему векторы на схеме (но не численные значения) необходимо обратить в противоположную сторону, так как мы рассматриваем влияние внешних элементов расчетную схему.



Рисунок 1.8 – Определение реакций в опоре D и рейке качания стрелы

Так как имеет место шарнирное сочленение элементов в узле F, воспользуемся уже известными уравнениями

Для схемы на рисунке 5 имеем

Решаем систему уравнений в MathCAD



Усилие на рейке определяется по формулу

Так как реакция со знаком минус (воздействует на рейку справа налево) можно сделать вывод, что рейка сжата.

**Пункт 3**

3.1 Заполнить таблицу усилий на рейке от положения

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Положение | 0L | 0.25L | 0.5L | 0.75L | 1L |
| Усилие  (со знаком) |  |  |  |  |  |

3.2 Рассчитать время выдвижения груза, считая скорость постоянной

3.3 Построить график зависимости усилия на рейке от времени перемещения (рис 6).

3.4 Вычислить энергоемкость перемещения за одно выдвижение (площадь, очерченная графиком – энергоемкость процесса перемещения)



Рисунок 6 – примерный график N(L)

Таблица 2 – Исходные данные к задаче 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Lab | Lbc | Lbe | Lcd | Lfd | Lkf | Lkr | Lkn | Lnm | Lfh\_max | Lfh\_min | HDx | HDy | DEy | MEx | Vр  м/мин | Ggr | Gx | Gc | Go | Gpr | Gk | Gt | Gp |
| 1 | 12150 | 3150 | 13080 | 17630 | 3930 | 5586 | 4733 | 1180 | 583 | 2820 | 1620 | 480 | 3930 | 8070 | 1463 | 6 | 10.2 | 5.4 | 9.6 | 1.62 | 11.7 | 2.88 | 1.14 | 0.6 |
| 2 | 7898 | 2048 | 8502 | 11460 | 2555 | 3631 | 3076 | 767 | 379 | 1833 | 1053 | 312 | 2555 | 5246 | 951 | 3.9 | 6.63 | 3.51 | 6.24 | 1.05 | 7.61 | 1.87 | 0.74 | 0.39 |
| 3 | 5529 | 1434 | 5951 | 8022 | 1789 | 2542 | 2153 | 537 | 265 | 1283 | 737 | 218 | 1789 | 3672 | 666 | 2.73 | 4.64 | 2.46 | 4.37 | 0.74 | 5.33 | 1.31 | 0.52 | 0.27 |
| 4 | 4147 | 1076 | 4463 | 6017 | 1342 | 1907 | 1615 | 403 | 199 | 962 | 553 | 164 | 1342 | 2754 | 500 | 2.05 | 3.48 | 1.85 | 3.28 | 0.56 | 4 | 0.98 | 0.39 | 0.2 |
| 5 | 3318 | 861 | 3570 | 4814 | 1074 | 1526 | 1292 | 322 | 159 | 770 | 442 | 131 | 1074 | 2203 | 400 | 1.64 | 2.78 | 1.48 | 2.62 | 0.45 | 3.2 | 0.78 | 0.31 | 0.16 |
| 6 | 2820 | 732 | 3035 | 4092 | 913 | 1297 | 1098 | 274 | 135 | 655 | 376 | 111 | 913 | 1873 | 340 | 1.39 | 2.36 | 1.26 | 2.23 | 0.38 | 2.72 | 0.66 | 0.26 | 0.14 |
| 7 | 2538 | 659 | 2732 | 3683 | 822 | 1167 | 988 | 247 | 122 | 590 | 338 | 100 | 822 | 1686 | 306 | 1.25 | 2.12 | 1.13 | 2.01 | 0.34 | 2.45 | 0.59 | 0.23 | 0.13 |
| 8 | 2411 | 626 | 2595 | 3499 | 781 | 1109 | 939 | 235 | 116 | 561 | 321 | 95 | 781 | 1602 | 291 | 1.19 | 2.01 | 1.07 | 1.91 | 0.32 | 2.33 | 0.56 | 0.22 | 0.12 |
| 9 | 2532 | 657 | 2725 | 3674 | 820 | 1164 | 986 | 247 | 122 | 589 | 337 | 100 | 820 | 1682 | 306 | 1.25 | 2.11 | 1.12 | 2.01 | 0.34 | 2.45 | 0.59 | 0.23 | 0.13 |
| 10 | 2785 | 723 | 2998 | 4041 | 902 | 1280 | 1085 | 272 | 134 | 648 | 371 | 110 | 902 | 1850 | 337 | 1.38 | 2.32 | 1.23 | 2.21 | 0.37 | 2.7 | 0.65 | 0.25 | 0.14 |
| 11 | 3203 | 831 | 3448 | 4647 | 1037 | 1472 | 1248 | 313 | 154 | 745 | 427 | 127 | 1037 | 2128 | 388 | 1.59 | 2.67 | 1.41 | 2.54 | 0.43 | 3.11 | 0.75 | 0.29 | 0.16 |
| 12 | 3844 | 997 | 4138 | 5576 | 1244 | 1766 | 1498 | 376 | 185 | 894 | 512 | 152 | 1244 | 2554 | 466 | 1.91 | 3.2 | 1.69 | 3.05 | 0.52 | 3.73 | 0.9 | 0.35 | 0.19 |
| 13 | 4805 | 1246 | 5173 | 6970 | 1555 | 2208 | 1873 | 470 | 231 | 1118 | 640 | 190 | 1555 | 3193 | 583 | 2.39 | 4 | 2.11 | 3.81 | 0.65 | 4.66 | 1.13 | 0.44 | 0.24 |
| 14 | 6247 | 1620 | 6725 | 9061 | 2022 | 2870 | 2435 | 611 | 300 | 1453 | 832 | 247 | 2022 | 4151 | 758 | 3.11 | 5.2 | 2.74 | 4.95 | 0.85 | 6.06 | 1.47 | 0.57 | 0.31 |
| 15 | 8433 | 2187 | 9079 | 12232 | 2730 | 3875 | 3287 | 825 | 405 | 1962 | 1123 | 333 | 2730 | 5604 | 1023 | 4.2 | 7.02 | 3.7 | 6.68 | 1.15 | 8.18 | 1.98 | 0.77 | 0.42 |
| 16 | 11806 | 3062 | 12711 | 17125 | 3822 | 5425 | 4602 | 1155 | 567 | 2747 | 1572 | 466 | 3822 | 7846 | 1432 | 5.88 | 9.83 | 5.18 | 9.35 | 1.61 | 11.45 | 2.77 | 1.08 | 0.59 |
| 17 | 17119 | 4440 | 18431 | 24831 | 5542 | 7866 | 6673 | 1675 | 822 | 3983 | 2279 | 676 | 5542 | 11377 | 2076 | 8.53 | 14.25 | 7.51 | 13.56 | 2.33 | 16.6 | 4.02 | 1.57 | 0.86 |
| 18 | 25679 | 6660 | 27647 | 37247 | 8313 | 11799 | 10010 | 2513 | 1233 | 5975 | 3419 | 1014 | 8313 | 17066 | 3114 | 12.8 | 21.38 | 11.27 | 20.34 | 3.5 | 24.9 | 6.03 | 2.36 | 1.29 |
| 19 | 39802 | 10323 | 42853 | 57733 | 12885 | 18288 | 15516 | 3895 | 1911 | 9261 | 5299 | 1572 | 12885 | 26452 | 4827 | 19.84 | 33.14 | 17.47 | 31.53 | 5.43 | 38.6 | 9.35 | 3.66 | 2 |
| 20 | 63683 | 16517 | 68565 | 92373 | 20616 | 29261 | 24826 | 6232 | 3058 | 14818 | 8478 | 2515 | 20616 | 42323 | 7723 | 31.74 | 53.02 | 27.95 | 50.45 | 8.69 | 61.76 | 14.96 | 5.86 | 3.2 |
| 21 | 105077 | 27253 | 113132 | 152415 | 34016 | 48281 | 40963 | 10283 | 5046 | 24450 | 13989 | 4150 | 34016 | 69833 | 12743 | 52.37 | 87.48 | 46.12 | 83.24 | 14.34 | 101.9 | 24.68 | 9.67 | 5.28 |
| 22 | 178631 | 46330 | 192324 | 259106 | 57827 | 82078 | 69637 | 17481 | 8578 | 41565 | 23781 | 7055 | 57827 | 118716 | 21663 | 89.03 | 148.72 | 78.4 | 141.51 | 24.38 | 173.23 | 41.96 | 16.44 | 8.98 |
| 23 | 312604 | 81078 | 336567 | 453436 | 101197 | 143637 | 121865 | 30592 | 15012 | 72739 | 41617 | 12346 | 101197 | 207753 | 37910 | 155.8 | 260.26 | 137.2 | 247.64 | 42.67 | 303.15 | 73.43 | 28.77 | 15.72 |
| 24 | 562687 | 145940 | 605821 | 816185 | 182155 | 258547 | 219357 | 55066 | 27022 | 130930 | 74911 | 22223 | 182155 | 373955 | 68238 | 280.44 | 468.47 | 246.96 | 445.75 | 76.81 | 545.67 | 132.17 | 51.79 | 28.3 |

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Ланг, А.Г. Портальные краны: расчет и конструирование / А.Г. Ланг, В.С. Майзель. – Л.: МАШГИЗ, Ленингр. отделение, 1953. – 210 с.: ил. – ISBN 000-000-000-000-0.
2. Михеев, В.А. Автоматизированное проектирование уравновеши-вающих устройств стреловых систем портальных кранов / В.А. Михеев, В.П. Мисюра // Подъемно-транспортная техника, №3, 2005. – с 15 – 28.
3. Жермунский, Б.И. Обобщенная математическая модель шарнирно-сочлененной укосины портального крана с различными механизмами уравновешивания / Б.И. Жермунский, В.П. Мисюра // Подъемно-транспортные машины. – Тула, 1979. – с. 80 – 86.
4. Дукельский, А. И. Портовые грузоподъемные машины / А. И. Дукельский. – М.: Транспорт, 1970. – 439 с. - ISBN 000-000-000-000-0.
5. Серлин, Л. Г. Оптимизация крановых конструкций и их авто-матизированное проектирование / Л. Г. Серлин. – Л.: 1987. – 234 с. - ISBN 000-000-000-000-0.
6. Стрелов, В. И. Расчет шарнирных стреловых систем портальных кранов / В. И. Стрелов. – Калуга, 1998. – 188 с. - ISBN 000-000-000-000-0.
7. Жермунский, Б.И. Оптимальное проектирование уравновеши-вающих устройств стреловых систем портальных кранов / Б. И. Жермунский, В.П. Мисюра // Вестник машиностроения, №7, 1980. – с. 41 – 43.
8. Ловейкін, В.С. Синтез оптимального профілю барабана поліспастного механізму зміни вильоту врівноваженої стрілової системи крана / В.С. Ловейкін, Я.С. Душанін // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини, №55, 2002. – с. 52 – 54.
9. Кипарский, Г. Р. Однозвенные стреловые устройства / Г. Р. Кипарский – М.: Машиностроение, 1968. – 112 с. - ISBN 000-000-000-000-0.
10. Петухов, П.З. Специальные краны / П. З. Петухов, Г.П. Ксюнин, Л.Г. Серлин. – М.: Машиностроение, 1985 – 248 с.: ил. ISBN 000-000-000-000-0.

**2 Расчет канатного грейфера**

**Общие сведения.**

Грейферные краны предназначены для подъема и транспортирования сыпучих и кусковых материалов. Грейферные краны имеют грейферную лебедку с двумя барабанами один из которых которых предназначен для наматывания замыкающего каната при закрытии челюстей грейфера (замыкающий), а другой для наматывания поддерживающего каната (подъемный). Подъемный барабан работает совместно с замыкающим при подъеме и опускании грейфера. Грузоподъемность этих кранов определяется  
суммарной массой грейфера и груза.

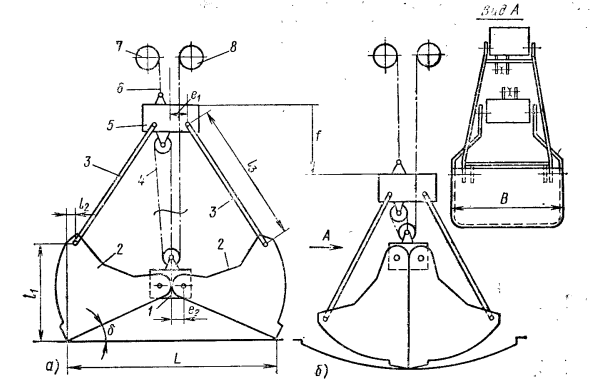


Рисунок 2.1 – Схема двухканатного грейфера

Двухканатный грейфер имеет челюсти 2, верхнюю траверсу 5 и нижнюю 1, тяги 3. Челюсти представляют собой жесткие металлические конструкции, состоящие из двух вертикальных стенок и днища. Челюсти шарнирно соединены с нижней траверсой, а тяги - с челюстями и верхней траверсой. Управление осуществляется с помощью замыкающего 4 и поддерживающего 6 канатов. Замыкающий канат образует полиспаст между блоками траверс и наматывается на замыкающий барабан 8, поддерживающий канат закреплен на верхней траверсе и намазывается на поддерживающий барабан 7. Подвеска грейфера на любом из канатов представляет собой простой полиспаст с кратностью, равной единице, что, как известно, рационально только для стреловых кранов. Для грейферных кранов мостового типа более целесообразны четырехканатные грейферы, имеющие два замыкающих и два поддерживающих каната; барабаны имеют по две нарезки разного направления (как при сдвоенном полиспасте), а свободные концы канатов прикреплены к уравнительным балансирам на траверсах. Раскрытый грейфер при наибольшем расстоянии L, между режущими кромками челюстей (рис. 2.1, а) опускают на груз.

При зачерпывании замыкающий канат наматывается на барабан 8. Благодаря замыкающему полиспасту траверсы сближаются, и режущие кромки челюстей, преодолевая сопротивление груза, внедряются в него по траектории, называемой кривой зачерпывания.

Поддерживающий канат в процессе зачерпывания должен иметь ограниченное малое натяжение, не препятствующее движению верхней траверсы.

**Расчет геометрических параметров двухканатного грейфера.**

Собственная масса грейфера согласно ГОСТ 24599-81 рассчитывается по формуле

где – номинальная грузоподъемность крана;

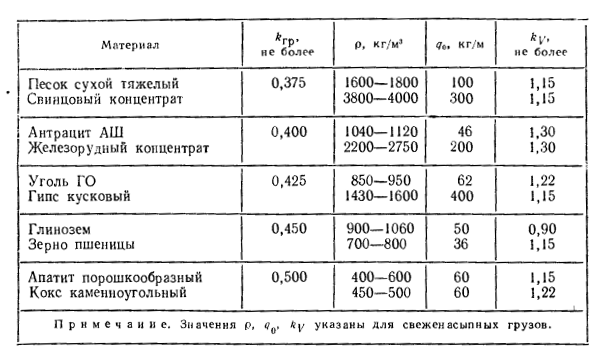
*–* коэффициент, зависящий от свойств зачерпываемого материала и некоторых дополнительных условий (табл. 2.1)

Масса зачерпнутого грунта не должна превышать предельного значения

где

Фактическая зачерпывающая способность должна быть в пределах от до .

Таблица 2.1



Фактическую зачерпывающую способность грейфера проверяют исходя из его принятых геометрических параметров по формуле

где – коэффициент, полученный на основании экспериментальных данных

здесь – расчетная константа (модуль глубины), ;

– длина замыкающего каната, вытягиваемая из грейфера в процессе зачерпывания (см. табл. 2.2);

– масса грейфера;

– характеристика податливости грунта внедрению (табл. 2.1)

– коэффициент, рассчитываемый по формуле

– ширина челюстей;

– расстояние между режущими кромками обеих челюстей (рис. 2.1)

Геометрическая вместимость грейфера определяется как объем

где – коэффициент уплотнения грейфера (табл. 2.1)

Для определения фактической зачерпывающей способности () необходимо знать значения раскрытия челюстей *L*, ширины *В*, и длины выбираемого при закрытии грейфера отрезка замыкающего каната. Формулы для вычисления геометрических параметров сведены в таблице 2.2, обозначения показаны на рис. 2.1

Таблица 2.2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Значение | Формула | Наименование |
| Размах челюстей |  |  |
| Ширина челюстей |  |  |
| Длина тяги |  |  |
| Начальный угол установки |  |  |
| Координаты шарнира, соединяющего тягу и челюсть |  |  |
|  |  |
| Расстояния от оси симметрии до шарниров, соединяющих верхнюю и нижнюю траверсу |  |  |
|  |  |
| Длина замыкающего каната, вытягиваемая из грейфера в процессе зачерпывания |  | *k* – см. табл. 2.3  Расстояние между траверсами 1 и 5 (рис. 2.1) принять выполнив эскизный чертеж |

Таблица 2.3 – Значения кратности полиспаста замыкания

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Плотность грунта, | 800-1200 | 1200-2000 | 2000-3000 |
| Кратность, *k* | 3-4 | 4-5 | 5-6 |

**Расчет силовых параметров двухканатного грейфера.**

Расчет усилий в замыкающих и подъемных канатах изложен в [1 стр. 24- 27], [2] и оставляется на самостоятельную проработку.

**Задание.** Согласно варианту по данным из таблицы 2.4 выполнить расчет геометрических параметров двухканатного грейфера и усилия в канатах.

Таблица 2.4 – Исходные данные

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Материал | г/п крана Qкр, т |
| 1 | Песок сухой тяжелый | 5 |
| 2 | Антрацит АШ | 63 |
| 3 | Железнорудный концентрат | 16 |
| 4 | Уголь ГО | 20 |
| 5 | Гипс кусковой | 32 |
| 6 | Глинозем | 7,2 |
| 7 | Зерно пшеницы | 25 |
| 8 | Апатит пороршкообразный | 10 |
| 9 | Кокс каменоугольный | 5 |
| 10 | Песок сухой тяжелый | 8 |
| 11 | Антрацит АШ | 12,5 |
| 12 | Уголь ГО | 20 |
| 13 | Гипс кусковой | 80 |
| 14 | Глинозем | 6,3 |
| 15 | Зерно пшеницы | 50 |
| 16 | Кокс каменоугольный | 40 |
| 17 | Свинцовый концентрат | 25 |
| 18 | Железнорудный концентрат | 72 |
| 19 | Уголь ГО | 16 |
| 20 | Гипс кусковой | 50 |
| 21 | Глинозем | 75 |
| 22 | Зерно пшеницы | 6,3 |
| 23 | Кокс каменоугольный | 12,5 |
| 24 | Песок сухой тяжелый | 5 |
| 25 | Свинцовый концентрат | 20 |

**ЛИТЕРАТУРА**

* 1. Петухов П.З., Ксюшин Г.П., Серлин Л.Г. Специальные краны. - М.: Ма­шиностроение, 1985. - 248 с.
  2. Таубер Б.А. Грейферные механизмы. - М.: Машиностроение, 1980. – 456 с.
  3. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. К.: Изд-во "Харків", 1994. - 272 с.
  4. Вайсон А.А., Андреев А.В. Крановые грузозахватные устройства. - М.: Машиностроение, 1985. - 248 с.
  5. Беглов Б.В., КохП.И., Онищенко В.И. и др. Мостовые перегружатели. - М.: Машиностроение, 1974. - 224 с.