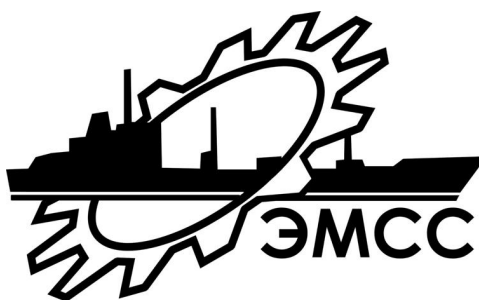


Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический университет



СУДОВОЙ ГРУЗОВОЙ КРАН-МАНИПУЛЯТОР С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ.

Методические указания
к практическому занятию по дисциплинам
«Подъемно-транспортные механизмы»
для студентов всех форм обучения специальности
«Эксплуатация судовых энергетических установок»



Севастополь
2011

Судовой грузовой кран-манипулятор. Устройство и эксплуатация. Методические указания к практическому занятию/Сост. В.А.Очеретяный. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2011.- 24 с.

Методические указания составлены на основе образовательно-профессиональной программы высшего образования по профессиональному направлению «Морской и речной транспорт» для специальности «Эксплуатация судовых энергетических установок», утвержденной Министерством образования и науки Украины, и требований Международной конвенции ПДНВ 78/95.

Цель методических указаний – закрепление теоретического материала учебной дисциплины «Подъемно-транспортные механизмы».

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры ЭМСС, протокол № 7 от 15.02.2011 г.

Рецензент – доцент кафедры ЭМСС Мальчиков А.И..

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цель практического занятия.....	3
2.	Введение.....	3
3.	Устройство судового крана-манипулятора. Расчет статических характеристик стрелы	7
4.	Конструкция и работа КМУ РК 50002 М	12
5.	Порядок выполнения работы.....	20
6.	Требования у отчету	21
7.	Вопросы к занятию	22
	Библиографический список	22

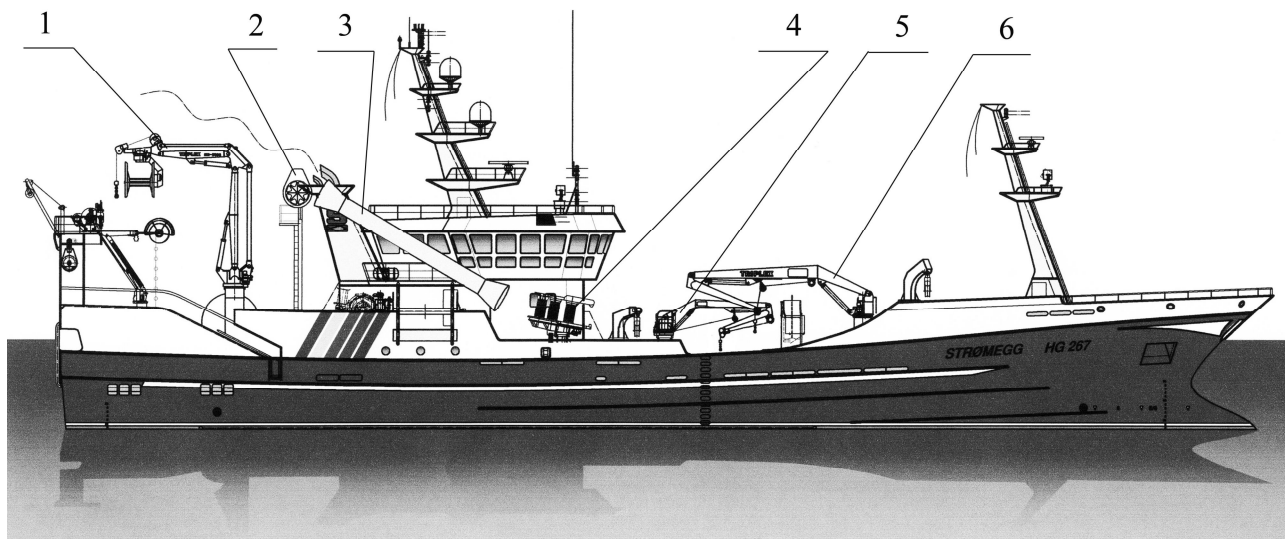
1. ЦЕЛЬ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ

Цель занятия – ознакомление с устройством используемых на морских судах грузовых кранов-манипуляторов, их обслуживанием, приобретение знаний и навыков по обслуживанию палубных механизмов.

2. ВВЕДЕНИЕ

Современные промысловые суда, суда вспомогательного флота, буксиры, специальные суда оснащаются кранами-манипуляторами средней грузоподъемности (0,5...10 т), имеющими высокую степень подвижности [1, 2].

На рисунке 1 изображен траулер-сейнер "Strømegg". Датский траулер/сейнер (pelagic trawler /purse seiner) построен в 2007 г. на верфи Skagerak Fiskeeksport, расположенной в г. Hirtshals. Класс 1A1, Ice C, Fishing Vessel.



1 – сетевкладочный кран-манипулятор Triplex NK-6000; 2 – промежуточный барабан Triplex TRH-73; 3 – сетевод; 4 – неводовыборочная машина типа Triplex 840/800/2SN; 5 – кран рыбонасосной установки Triplex KN-25/12; 6 – грузовой кран-манипулятор Triplex KN-50/4

Рисунок 1 – Боковой вид траулера-сейнера StrØmegg

Длина судна 62,6 м и ширина 12,8 м, осадка 7,8 м. Грузовместимость 1340 т. Объем трюмов 1350 м³. Топливо 250 м³, пресная вода 20 м³. Скорость судна на номинальном режиме 17 узлов.

Энергетическая установка судна имеет следующие характеристики: главный двигатель MAN B&W Alpha Diesel 9L27/38 мощностью 3000 кВт, частота вращения коленчатого вала 800 мин⁻¹; редуктор MAN B&W Alpha Diesel AMG28 EV, передаточное число - 4,96:1. Движитель производства фирмы MAN B&W Alpha Diesel, диаметр винта 3,6 м, винт регулируемого шага. Валогенератор - Leroy Somer LSA53 S8, мощность 1650 кВт. Два вспомогательных дизеля - MAN D2842, мощностью по 585 кВт; аварийный MAN D 2866, мощностью 276 кВт, холодильная установка - YORK Marine, 2 x 824 кВт, 8 холодильных трюмов.

Рулевая машина фирмы Rolls Royce (R-R) - Tenfjord SR 642 FCP с крутящим моментом 110 кН·м. Подруливающие устройства: носовое и кормовое - КаМеWa TT1300 (R-R), мощностью 595 кВт.

Спасательное оборудование три плота Viking вместимостью по 16 мест. Траулер оснащен тремя эхолотами Simrad ES 60, тремя сонарами Simrad SH 80, Simrad SP 90, Simrad FS 70, поисковыми датчиками типа Simrad SL 70.

Палубные механизмы:

Все траловое оборудование имеет гидравлический привод, производитель фирма - Rapp Hydema (Норвегия), рабочее давление в системах – 17,5 ... 19,0 МПа: две траловые лебедки типа TWS тяговым усилием 48,2 т (482 кН); одна лебедка типа ND тяговым усилием 22,3 т (223 кН); две кошельковые сейнерские лебедки TWS 4531 тяговым усилием 32,0 т (320 кН) и 34,0 т (340 кН); один сетный барабан (netdrum) типа ND 10002B тяговым усилием 51,0 т (510 кН); лебедка эхолота (netsounder) SOW500 тяговым усилием 1,5 т (15 кН); одна якорная лебедка (anchor windlass) типа AWW 1800 тяговым усилием 4,7 т (47 кН); одна лебедка типа GW 2300 тяговым усилием 15,1 т (151 кН); три вспомогательные лебедки и швартовная лебедка. Имеется две рыбонасосные установки Rapp с диаметром гибкого трубопровода 16" (400 мм).

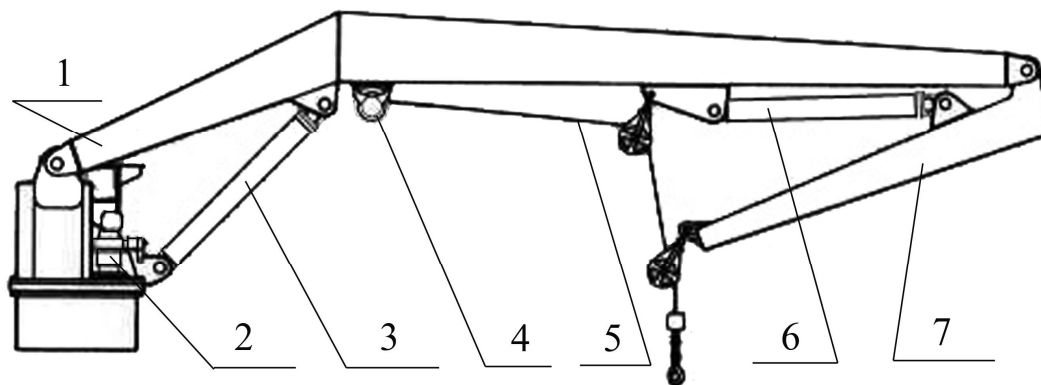
Кошельковое оборудование фирмы Triplex AS, (Норвегия). Неводовыборочная машина типа Triplex 840/800/2SN, тяговым усилием 18,5 т (185 кН); промежуточный барабан Triplex TRH-73; сетевыкладочный кран-манипулятор Triplex NK-6000; сетевыборочный барабан Triplex FL-112; главный палубный кран-манипулятор (грузовой) Triplex KN-50/4, тяговым усилием 4/12,0 т (40/120 кН); кран рыбонасосной установки Triplex KN-25/12, тяговым усилием 2,3/8,0 т (23/80 кН).

Машина Triplex с диаметром ролов 500 мм имеет следующие технические характеристики: тяговое усилие 25...37 т; скорость выборки максимальная 70 м/мин; рекомендуемая 35 м/мин; глубина регулирования скорости выборки невода 0...70 м/мин; производительность насоса – 490...612 л/мин; мощность насоса – 169...250 кВт; рабочее давление 17,5...21,0 МПа; угол наклона 107 градусов; длина рола 1,15 м; масса 7480...7550 кг.

Сетевыкладочный кран-манипулятор Triplex NK-6000 имеет следующие характеристики: тяговое усилие 6 кН; скорость выборки 50...м/мин; угол поворота крана – 360 градусов; угол разворота силового блока – 145...270 градусов; длина горизонтальной стрелы 2,5...3,5 м; длина вертикальной стрелы 3,5...5,5 м; мощность насоса 26 кВт; производительность насоса крана 70 л/мин; производительность насоса силового барабана – 90...125 л/мин; масса крана 5400...6050 кг; силового блока – 650...880 кг (в зависимости от модели).

Кран имеет грузовой момент 50 т·м (500 кН·м); грузоподъемность лебедки крана 2,5...5,0 т; вылет крана 10...16 м; масса крана около 6000 кг.

На рисунке 2 представлена схема типового крана, широко применяемого на судах различных типов. В технической литературе такие краны называют краном-манипулятором; коленчатым краном; крано-манипуляторной установкой (КМУ).

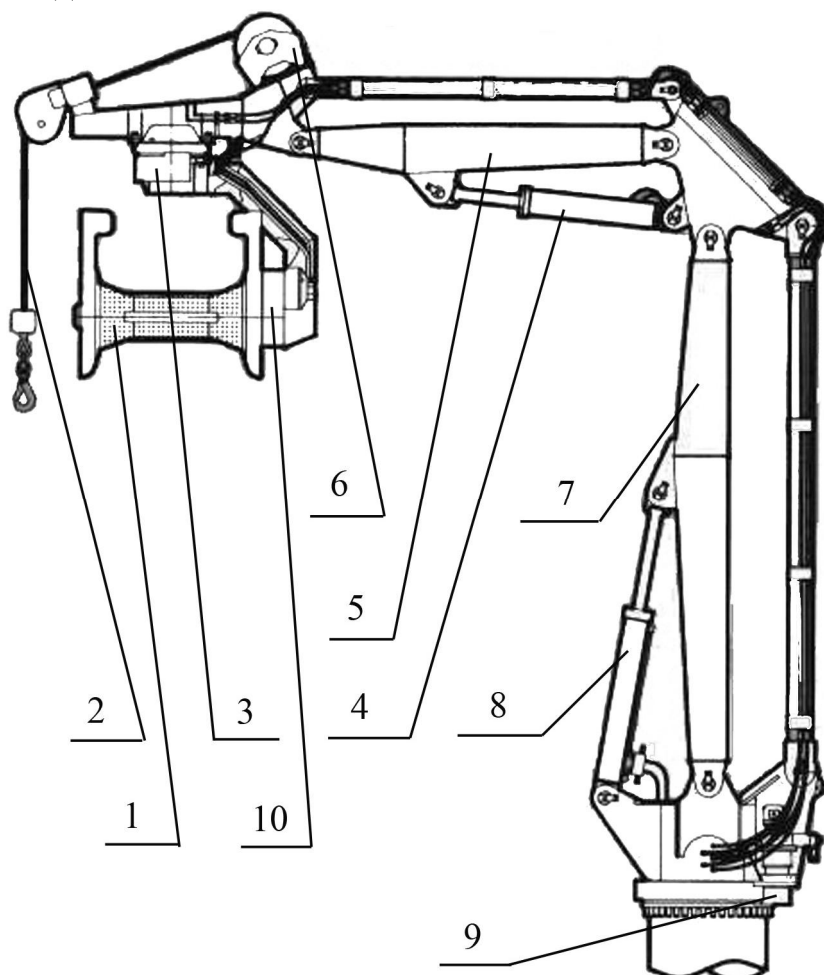


1 – основная стрела; 2 – механизм поворота крана; 3 – гидроцилиндр подъема основной стрелы; 4 – грузовой барабан; 5 – шкентель;

6 – гидроцилиндр вспомогательной стрелы; 7 – вспомогательная стрела

Рисунок 2 – Судовой кран-манипулятор

На рисунке 3 представлен специализированный кран-манипулятор, назначение которого – укладка на неводной площадке выбираемого кошелькового невода.



1 – силовой блок; 2 – шкентель; 3 – механизм разворота силового блока; 4, 8 – гидроцилиндры; 5, 7 – вспомогательная и основная стрелы; 6 – гидроприводной грузовой барабан; 9 – механизм поворота крана; 10 – механизм вращения силового блока;

Рисунок 3 - Сетеукладочный кран-манипулятор Triplex NK-6000

Основные технические показатели КМУ: грузоподъемность; грузовой момент; вылет. Грузоподъемность – масса наибольшего допускаемого груза для конкретного вылета. Момент грузовой – произведение значений вылета и соответствующей ему грузоподъемности. Вылет – расстояние по горизонтали от оси

вращения поворотной части до вертикальной оси грузозахватного органа без нагрузки при установке крана на горизонтальной площадке.

Краны-манипуляторы также характеризуются зоной работы, которая графически представляется в виде диаграммы (рисунок 4). На рисунке 4 представлена зона работы КМУ Palfinger PK 50002 MD. На диаграмме видны достигаемые краном грузоподъемность и вылет стрелы при различных положениях.

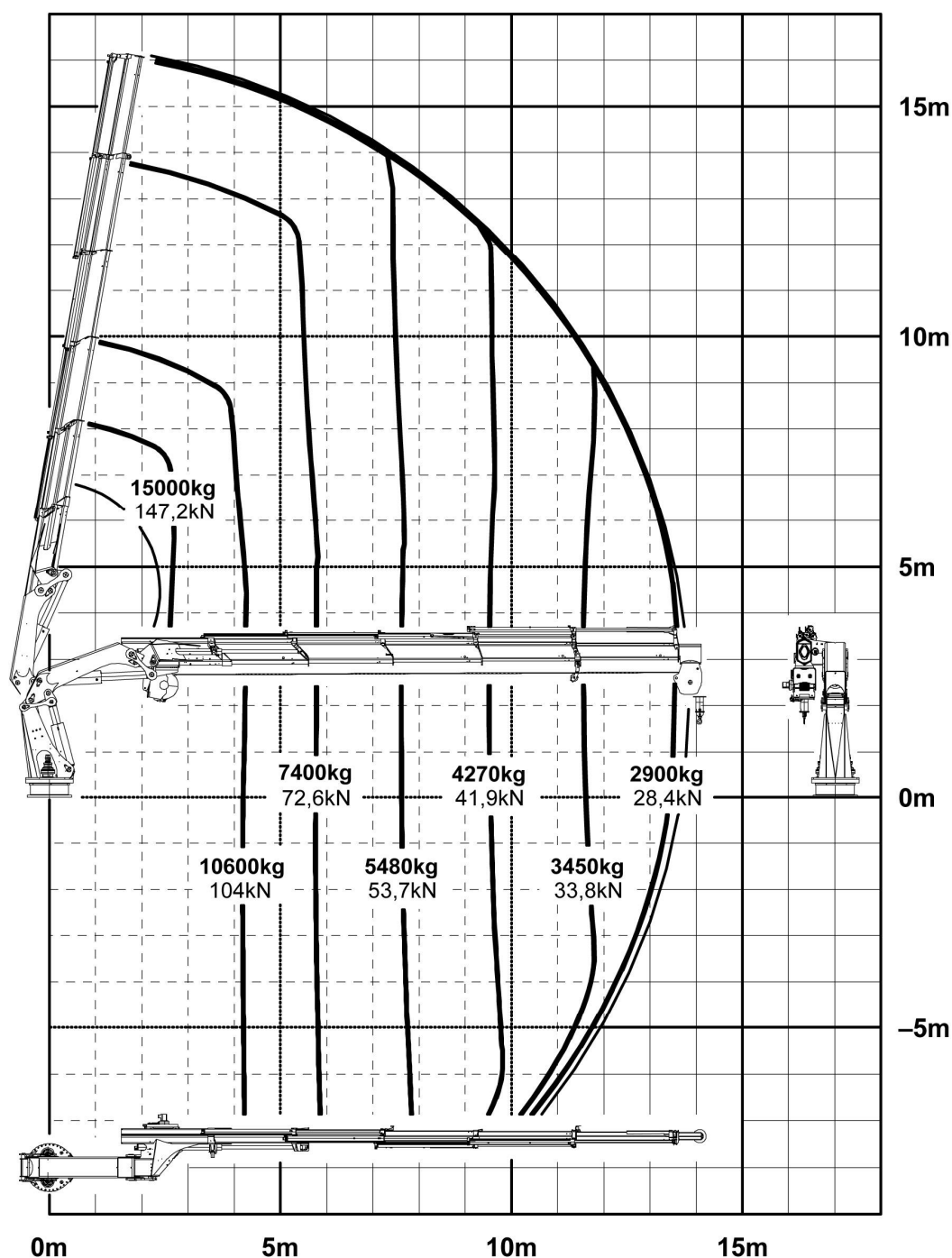


Рисунок 4 – Область зон обслуживания крана-манипулятора

Крано-манипуляторные установки широко устанавливаются как на судах, так и автомобильном транспорте. Ведущие мировые производители КМУ:

Palfinger (Австрия), HIAB (Швеция), UNIC (Япония), PM (Италия), FASSI (Италия), AMCO VEBA (Италия) [3...11].

Все современные КМУ имеет гидравлический привод всех элементов.

В настоящее время освоены следующие показатели КМУ: давления в гидросистемах 25...56 МПа, грузовой момент более 100 т·м, максимальный вылет – более 30 м.

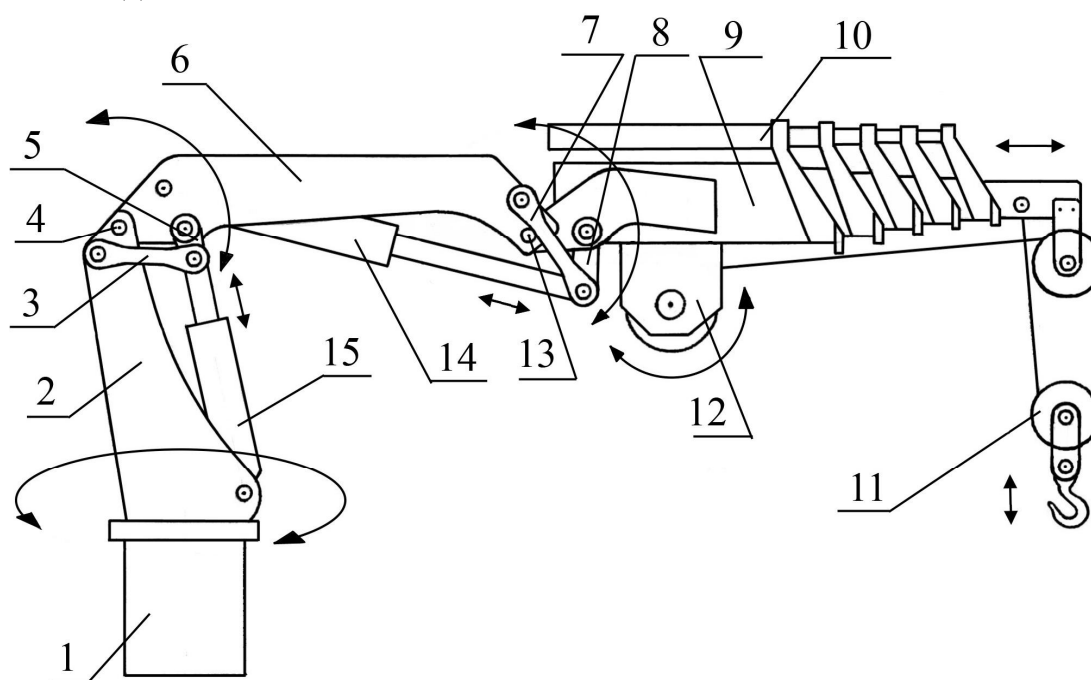
3. УСТРОЙСТВО СУДОВОГО КРАНА-МАНИПУЛЯТОРА. РАСЧЕТ СТАТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРЕЛЫ

КМУ – подъемное устройство, включающее стреловое телескопическое оборудование, грузозахватные органы, механизмы, систему управления, опорную раму и колонну. Колонна – поворотная стойка, смонтированная на неповоротной платформе и предназначенная для крепления стрелового оборудования. Опорно-поворотное устройство – узел для передачи нагрузок от поворотной части КМУ на неповоротную платформу и вращения поворотной части крана-манипулятора. Стреловое оборудование – конструкция, крепящаяся к колонне, обеспечивающая вылет и высоту подъема грузозахватного органа. Многозвенное стреловое оборудование состоит из нескольких стрел: первая стрела – от колонны до первого шарнира; вторая стрела – от первого до второго шарнира; третья стрела – от второго до третьего шарнира и т.д.. Орган грузозахватный – устройство (крюк, грейфер, захват и др.) для подвешивания, захватывания или подхватывания груза. Механизм телескопирования стрелы – устройство для выдвижения и втягивания секций соответствующих телескопических узлов стрелового оборудования [12...19].

На рисунке 5 представлена структурная схема КМУ. Краны с подобной кинематикой широко выпускают производители.

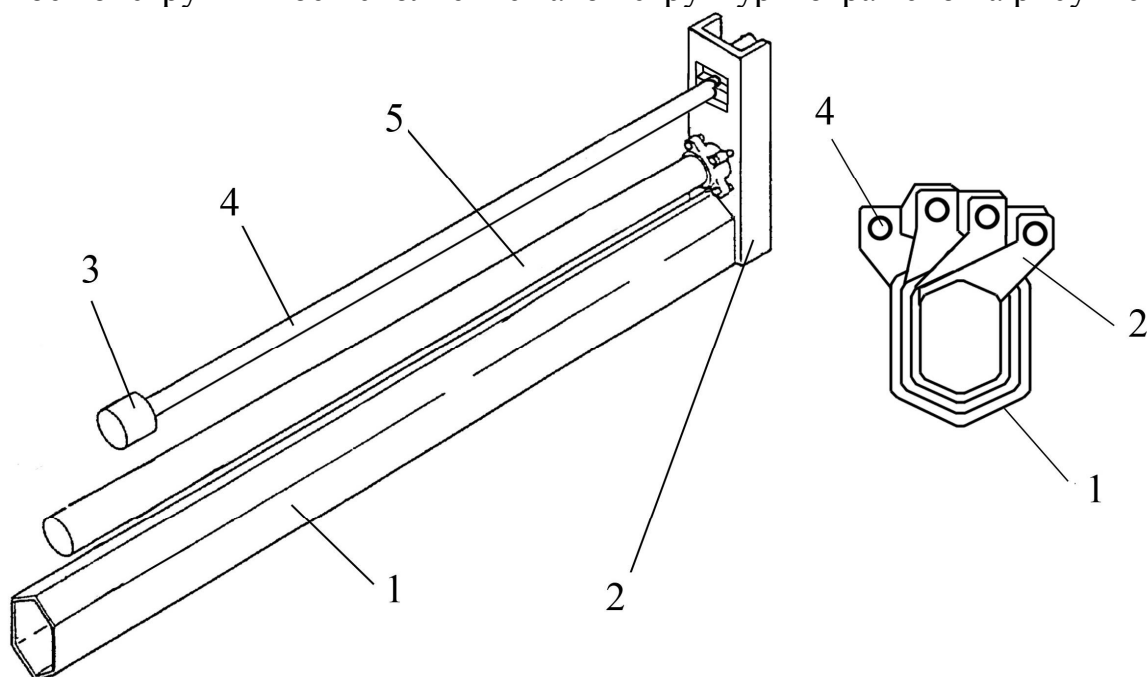
Опорная рама 1 (base) жестко закреплена на судовом наборе. На опорной раме установлена колонна 2 (column). Колонна 2 посредством поворотного механизма (на рисунке не показан) имеет возможность поворачиваться на угол 360°. Применяют два типа механизмов поворота: а – посредством зубчатой передачи с внутренним зацеплением (малооборотная шестерня установлена на выходном конце гидродвигателя и входящая в зацепление с неподвижным зубчатым колесом; б – посредством реечной передачи (на участке цапфы колонны нарезаны шлицы с которыми находится в контакте зубчатая рейка, которая в свою очередь закреплена на штоке гидроцилиндра). Колонна 2 шарнирно 4 соединена с первой стрелой 6 (primary boom). Управление стрелой осуществляется посредством гидроцилиндра 15 (lifting cylinder). Для снижения напряжений в металлоконструкции между штоком гидроцилиндра 15 и стрелой 6 установлены серьги 3 и 5. Стрела 6 шарнирно 13 соединена со второй телескопической стрелой 9 (secondary boom). Управление стрелой осуществляется посредством гидроцилиндра 14 (articulation cylinder). Для снижения напряжений в соединении предусмотрены серьги 7 и 8. Для осуществления выдвижения секций стрелы 9 имеется механизм телескопирования 10 (extension cylinders). На второй

стреле установлен гидроприводной грузовой барабан 12, который управляет крюковой подвеской 11.



1 – опорная рама; 2 – колонна; 3, 5, 7, 8 – серьги; 4, 13 – шарнир; 6, 9 – стрела; 10 – устройство телескопирования; 11 – крюковая подвеска; 12 – грузовой барабан; 14, 15 – гидроцилиндры
Рисунок 5 – Структурная схема крана-манипулятора

КМУ являются кранами малой и средней грузоподъемности, поэтому механизм телескопирования стрелы обычно установлен с наружной стороны секций стрел (рисунок 5). Телескопическая стрела существующих КМУ имеет повторяющуюся (в соответствии с количеством секций) структуру. Типовое упрощенное конструктивное исполнение такой структуры отражено на рисунке 6.



1 – секция стрелы; 2 – фланец; 3 – поршень; 4 – шток; 5 – гидроцилиндр
Рисунок 6 – Структура элемента стрелы КМУ

Три основных элемента стрелы закреплены на жестком фланце 2: собственно секция стрелы 1 обычно приварена к фланцу; гидроцилиндр 5 консольно закреплен на фланце резьбовым соединением; шток 4 с поршнем 3 установлен на фланце 5 шарнирно.

При этом секция 1 расположена телескопически в большей секции предыдущей структуры и также содержит в себе меньшую секцию следующей структуры. В гидроцилиндре двойного действия 5 расположен шток следующей структуры, шток 4 установлен в гидроцилиндре предыдущей структуры. Опорной поверхностью структуры является наружная поверхность секции стрелы. Консольное закрепление гидроцилиндра избавляет его от избыточных нагрузок. Выдвижение секции стрелы 1 осуществляется силой рабочей жидкости, действующей на поршень 3. Выдвижение следующей секции осуществляется подачей рабочей жидкости в гидроцилиндр 5. Шток 4 имеет два канала для движения масла. По двум трубопроводам от шарнирного закрепления штока 4 на фланце 2 (на рисунке не показаны) рабочая жидкость подается в гидроцилиндр 5. Для возможности расположения гидропривода секций стрелы у структур положение гидроцилиндров разнесено вокруг секций.

Современные секции телескопических стрел имеют плоские подшипники скольжения (рисунок 7). На рисунке 7 показан разрез телескопической стрелы, содержащей четыре секции 1 и между видны два верхних подшипника между двумя первыми секциями 2. Широко применяются неметаллические подшипники, например NYLATRON GSM (полиамид PA 66 + MoS₂). Это литьевой материал, содержащий мелкодиспергированные частицы дисульфида молибдена. Эти добавки улучшают несущую способность и сопротивление износу без ухудшения усталостной прочности и ударной вязкости, характерного для немодифицированных сортов литого капрона. Этот материал используется также для изготовления шестерен, подшипников, звездочек и шкивов. Предел прочности 78 Н/мм², максимальная рабочая температура 90°C при ресурсе 20000 часов (кратковременно 170°C).

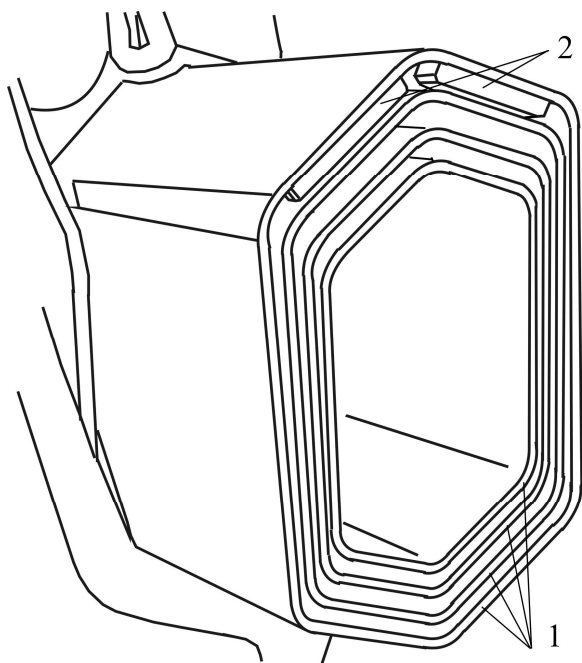


Рисунок 7 – Структура телескопической стрелы

Судовые грузовые краны рассчитывают в три этапа: в начале определяют производительность, затем производят силовой расчет и далее рассчитывают прочность деталей крана. Расчет производительности позволяет определить количество груза, которое может перемещать кран в единицу времени. При силовом расчете определяют необходимые мощности двигателей всех механизмов, а

также усилия воспринимаемые и передаваемые деталям проектируемого крана. Нагрузки, которые необходимо учитывать при расчете механизмов, вычисляют для двух состояний – для полного использования грузоподъемности при номинальном режиме работы и для полного использования грузоподъемности при резких пусках и торможениях. Расчет на прочность позволяет определить размеры деталей.

При выполнении грузовых операций у данных КМУ наблюдается значительная упругая статическая и динамическая деформации нока стрелы под нагрузкой. Так как КМУ обеспечивает и подачу груза по горизонтали (рисунок 8), оператору крана необходимо учитывать при работе величины упругой отдачи при работе с грузом. Ниже рассмотрен приближенный расчет статических свойств телескопической стрелы КМУ под грузом с 6 секциями.

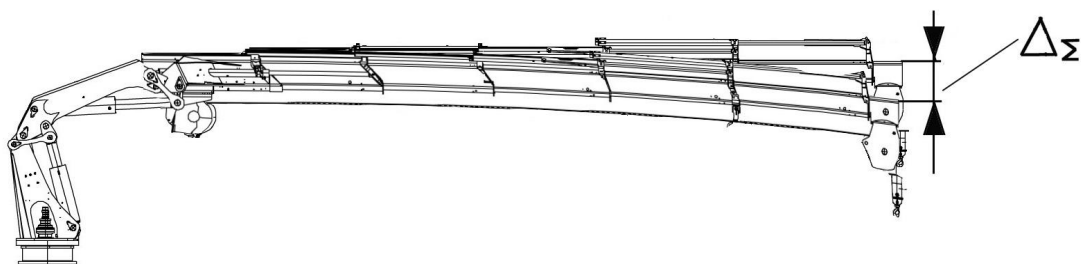
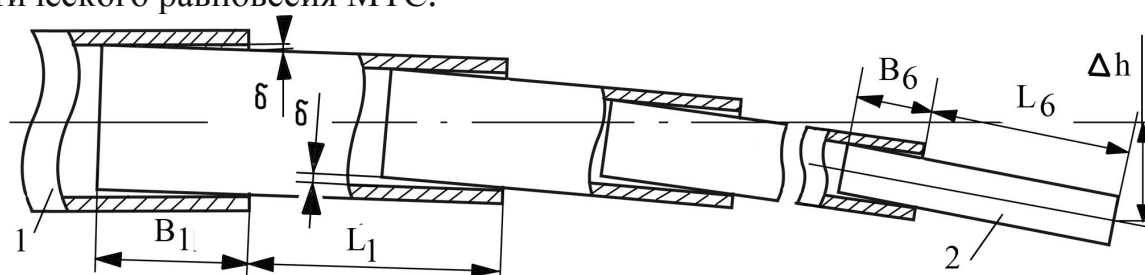


Рисунок 8 – Деформация нагруженной телескопической стрелы

В многоступенчатых телескопических стрелах (МТС) с абсолютно жесткими ступенями перемещение ступеней относительно одна другой обусловлено зазорами в сопряжении ступеней (рисунок 9). На рисунке изображена форма статического равновесия МТС.



1 – ведущая секция (первая); ведомая секция (шестая)

Рисунок 9 – Форма жесткой многосекционной телескопической стрелы

Максимальное перемещение определяется суммированием относительного и абсолютного перемещения ступеней [20]:

$$\Delta h_{\Sigma} = \sum_{i=1}^6 \frac{\sum_{j=1}^{f(i)} L_j \cdot \delta_j}{B_i} \quad (1),$$

где $L_i = 1,4 \text{ м} = \text{const}$ – длина секции МТС вне опорной части; $\delta_i = 0,001 \text{ м} = \text{const}$ – вертикальный зазор между секциями МТС; $B_i = 0,3 \text{ м}$ – длина опорной

части секции МТС. Результаты расчета перемещений нока стрелы без учета смазки на поверхностях подшипников скольжения сведены в таблице 1.

Таблица 1 - Расчета перемещений нока стрелы

№	Параметр	Разм.	Секция						Сумма
			1	2	3	4	5	6	
1	Длина консоли секции	м	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	
2	Полная длина консоли	м	1,4	2,8	4,2	5,6	7	8,4	
3	Зазор	$10^{-3} \cdot \text{м}$	1	1	1	1	1	1	
4	Длина опорного участка	м	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
5	Перемещение секции.	$10^{-3} \cdot \text{м}$	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	23,3
6	Полное перемещение.	$10^{-3} \cdot \text{м}$	4,6	9,3	14,0	18,6	23,3	28,0	98,0
7	Суммарное перемещение стрелы	$10^{-3} \cdot \text{м}$							121,3

Таким образом для рассматриваемой стрелы перемещение нока стрелы составило $\Delta h_i = 0,121 \text{ м}$.

Упругая деформация с учетом жесткостей секций нагруженного МТС (рисунок 10) определяется в соответствии с положениями сопротивления материалов [22].

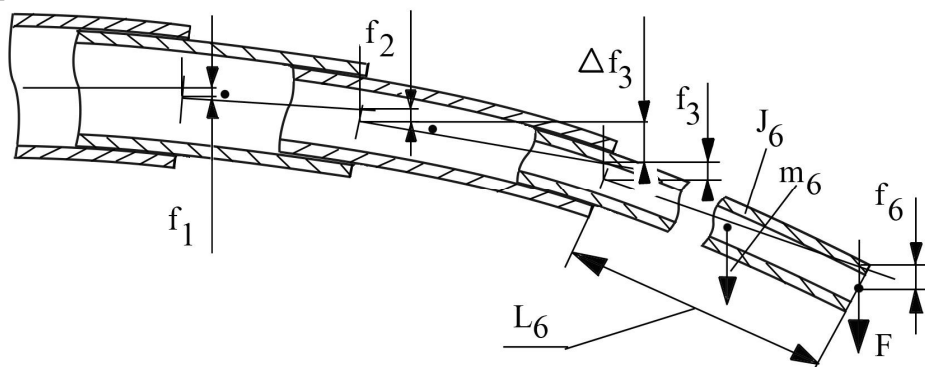


Рисунок 10 – Упругая форма многосекционной телескопической стрелы

Здесь максимальный прогиб за счет деформации секции от собственной массы и массы поднятого груза:

$$f_i = (F_{\text{ГР}} \cdot \frac{1}{3} + m_i \cdot g \cdot \frac{1}{8}) \cdot L_i^3 \cdot \frac{1}{E \cdot J_i} \quad (2),$$

где $F_{\text{ГР}} = 10 \text{ кН}$ – сила тяжести груза и предыдущей секции; m_i , L_i , J_i – соответственно масса секции, длина консольной части и осевой момент инерции поперечного сечения МТС. Результаты расчета сведены в таблицу 2. Осевой момент инерции рассчитывался по эскизу поперечного сечения МТС, выполненного в масштабе 1:1.

Была выполнена оценка влияния деформации опор скольжения МТС: для NYLATRON GSM предел прочности составляет $\sigma_B = 78 \text{ МПа}$; модуль упругости $E = 3300 \text{ МПа}$ [21]. При толщине пластин подшипника $5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ и площади – 2 пластины $0,05 \times 0,04 \text{ м}^2$ и нагрузке, оцененной в 47000 Н деформация составила менее $1 \cdot 10^{-4} \text{ м}$ и не учитывалась.

Таблица 2 – Параметры расчета упругой деформации МТС

№	Параметр	Разм.	Секция						
			1	2	3	4	5	6	
1	Сила тяжести груза – F	Н	12100	11550	11050	10650	10300	10000	
2	Сила тяжести секции m	Н	550	500	450	400	350	300	
3	Длина консоли L	м	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	
4	Осевой момент инерции сечения секции J	10 ⁻⁸ · м ⁴	3306	2484	1812	1256	880	564	
5	Относительный прогиб	10 ⁻³ · м	1,7	2,1	2,9	3,4	5,2	7,8	
6	Абсолютный прогиб	10 ⁻³ · м	1,8	4,6	9,1	16,8	28,6	51,4	
7	Суммарный прогиб	10 ⁻³ · м							136,6

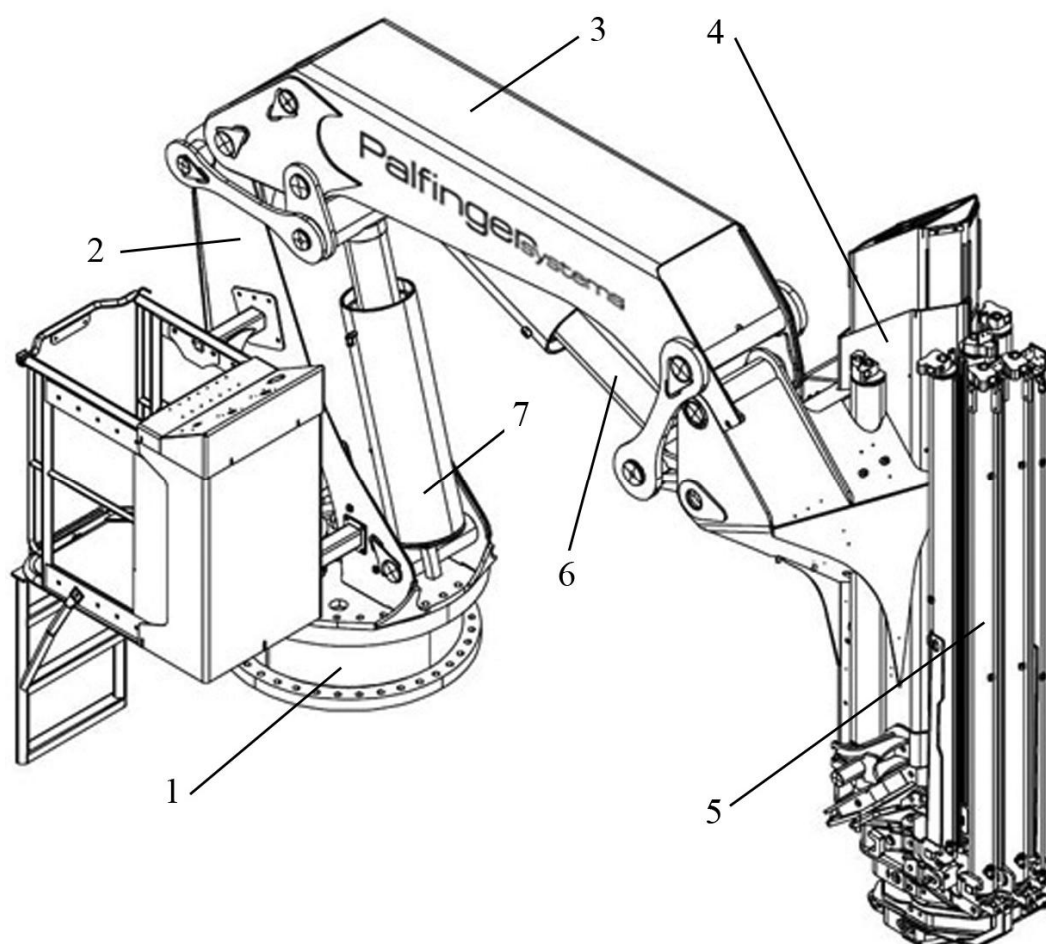
Таким образом, суммарный прогиб нока грузовой секции МТС составил: $\Delta_{\Sigma} = \Delta_h + f_{\Sigma} = 0,121 + 0,136 = 0,258 \text{ м}$. Для рассматриваемого крана при работе с грузом $SWL = 1 \text{ т}$ в проемах оператору КМУ необходимо учитывать это расстояние во избежание аварийных ситуаций.

4. КОНСТРУКЦИЯ И РАБОТА КМУ РК 50002 М

На рисунке 11 представлен общий вид крана манипулятора Palfinger (Австрия), модель РК 120002 М [11]. Кран этой модификации имеет следующие технические характеристики: максимальный грузовой момент 113,8 кН·м; максимальную грузоподъемность 6680 кг; максимальный момент на грузовом барабане 68,7 кН·м; угол поворота крана 420 градусов; крутящий момент при повороте крана 13,7 кН·м; рабочее давление в гидросистеме 30 МПа; производительность насоса 35...50 л/мин; масса крана 1430 кг.

На рисунках 12...14 представлена типовая гидравлическая схема КМУ. Рабочая жидкость от насоса 1 поступает через фильтр высокого давления 2 на распределительную станцию, состоящую из семи трехпозиционных распределителей. Каждый из распределителей обслуживает свой механизм крана: 8 – реечный механизма поворота крана (трубопроводы В7 и А7); 11 – гидроцилиндр управления первой стрелой (трубопроводы В6 и А6); 12 – гидроцилиндр управления второй стрелой (трубопроводы В5 и А5); 13 – гидроцилиндр управления выдвиганием телескопических секций второй стрелы (трубопроводы В4 и А4); 14 – гидроцилиндр управления грузовым барабаном (трубопроводы В3 и А3); 16 – гидроцилиндр управления разворотом крюковой подвески (трубопроводы В2 и А2); 17 – 9 гидроцилиндр управления грейфером (трубопроводы В1 и А2). Трубопроводы (шланги) В6 и В5 обеспечивают подачу масла на подъем первой и второй стрел; В4 – телескопирование второй стрелы; В3 – подъем груза. Механизмы управления грейфером и его разворотом могут отсутствовать, в зависимости от типа судна.

На рисунке 13 представлены механизмы КМУ, обеспечивающие движения рабочих органов. 19, 20, 21, 22, 23 – гидроцилиндры телескопирования секций второй стрелы; 27 – гидроцилиндр подъема второй стрелы; 29 – гидроцилиндр подъема первой стрелы; 30 – механизм разворота крана.

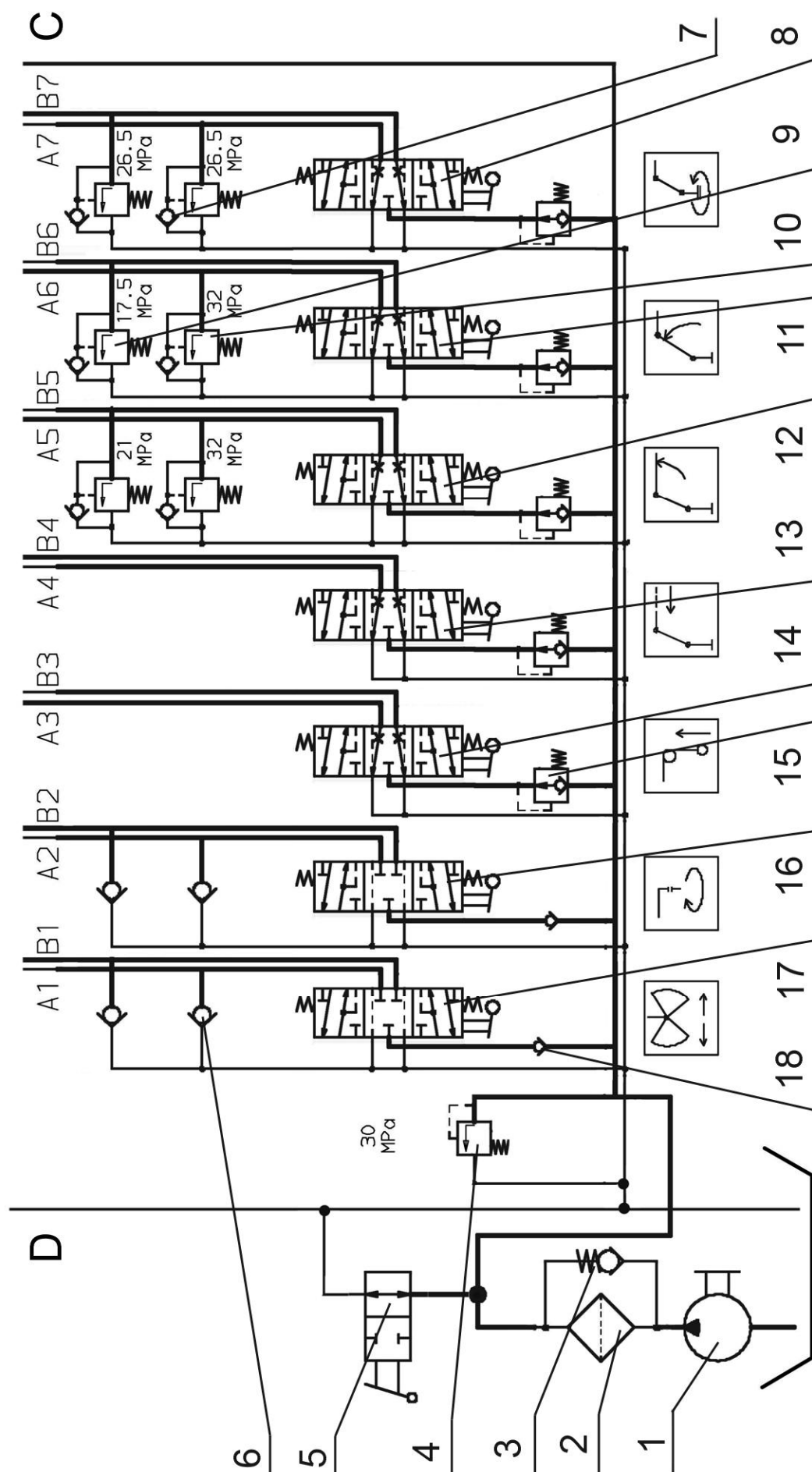


1 – опорная рама; 2 – колонна; 3, 4 – стрела;
5 – устройство телескопирования; 6, 7 – гидроцилиндры
Рисунок 11 – Общий вид КМУ Palfinger PK 12000M

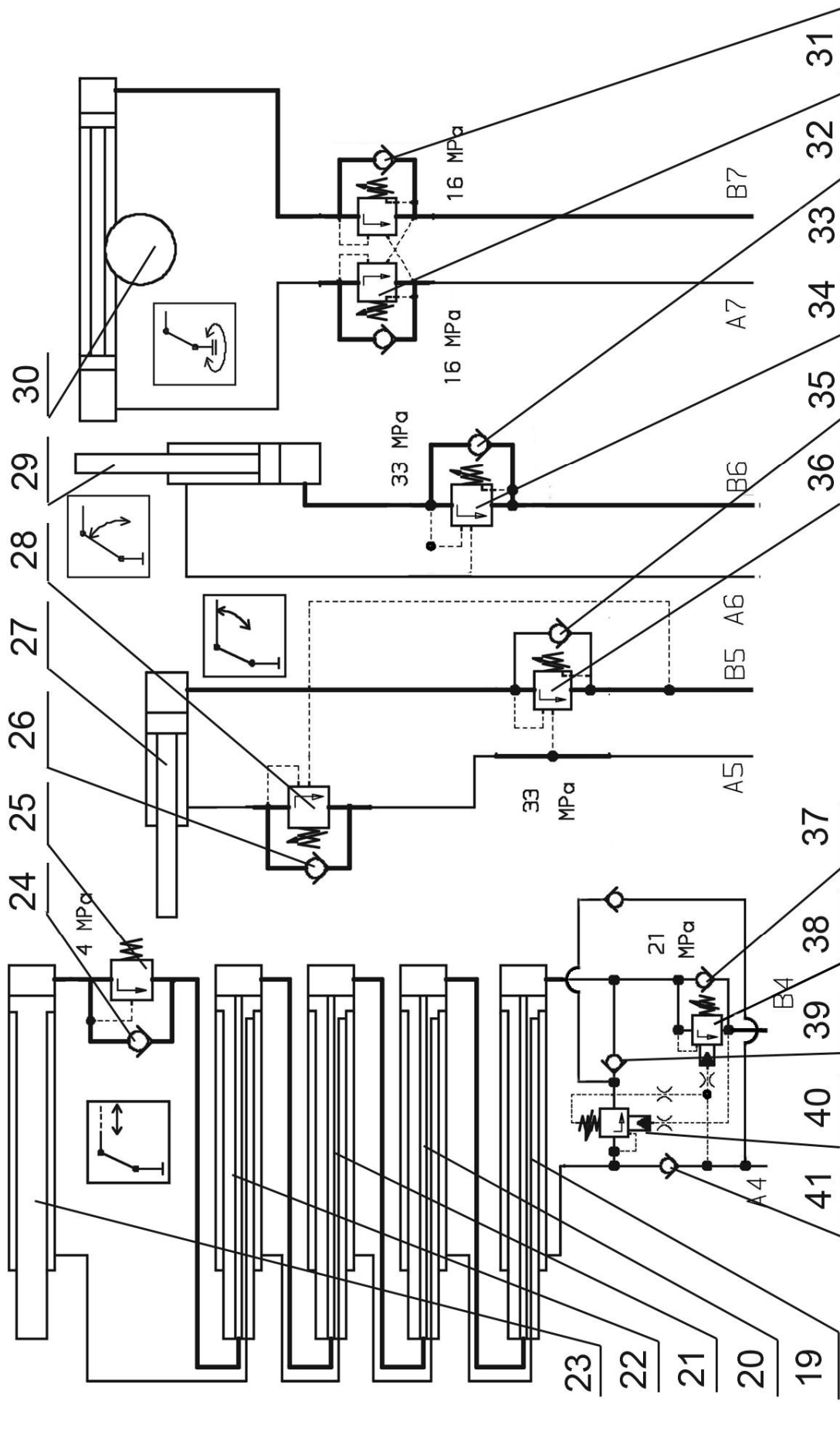
На рисунке 14 представлены рабочие механизмы КМУ, обеспечивающие движения рабочих органов. 43 гидромотор разворота грейфером; 44 – гидроцилиндр открытия и закрытия грейфера; 47 – гидромотор грузового барабана.

Работает данная КМУ следующим образом. После включения насоса 1 (рисунки 12, 13, 14) рабочая жидкость (РЖ) поступает через фильтр высокого давления 2 систему. При превышении сопротивления на фильтре свыше 0,1 МПа РЖ поступает в систему через невозвратный клапан 3. В данном случае РЖ поступает в систему, поступает к гидрораспределителям 17, 16, 14, 13, 12, 11, 8, отключающему клапану 54. В положении, указанном на рисунках все гидрораспределители находятся в нейтральном положении, клапан 54 – закрыт. В данном случае РЖ переливается в расходный бак через клапан 5 в положении, указанном на рисунке (клапан нормально открыт). При закрытии клапан 5. Давление в системе растет до рабочего (30 МПа). При превышении давления срабатывает предохранительный клапан 4.

Далее крановщик управляет гидрораспределителем 11, переводя его в положение подачи РЖ в трубопровод В6 на подъем главной стрелы. РЖ по трубопроводу В6 поступает в обход предохранительного клапана 34 через обратный клапан 33. РЖ из пространства над поршнем отводится по сливному трубопроводу беспрепятственно.

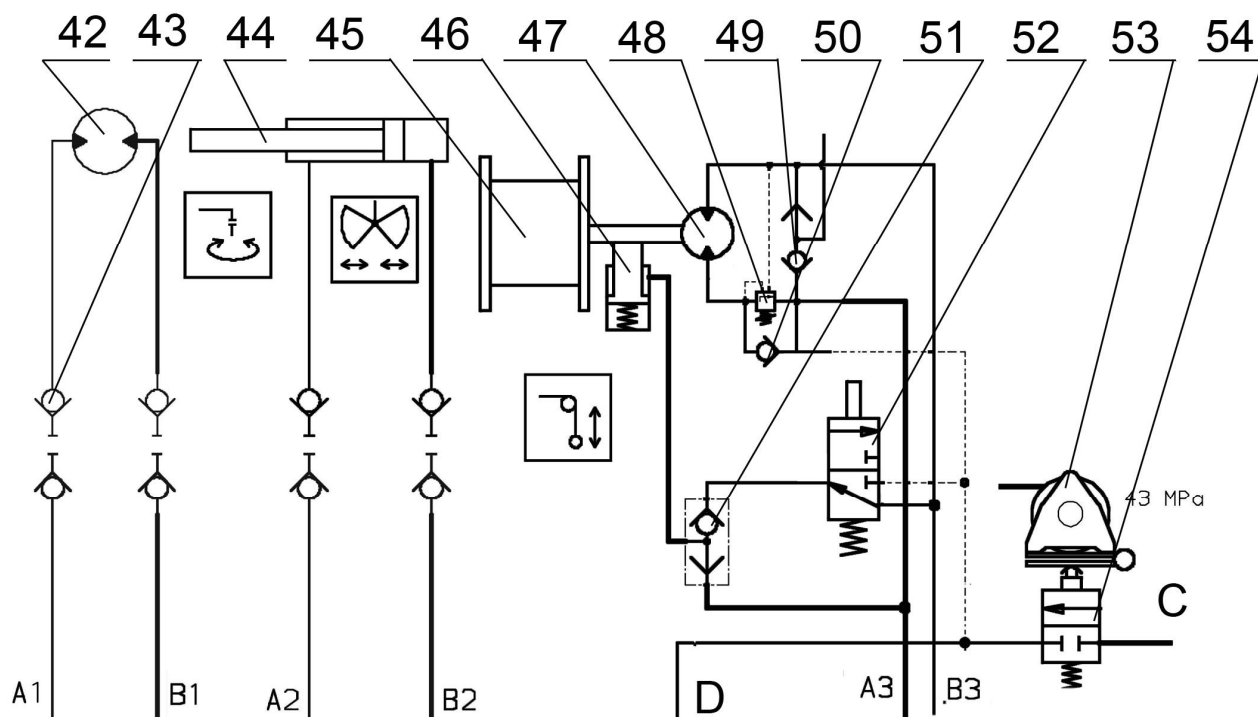


1 – насос; 2 – фильтр; 3, 6, 7, 15, 18 – обратный клапан; 4, 9, 10 – предохранительный клапан;
8, 11, 12, 12, 14, 16, 17 – гидрораспределитель;
Рисунок 12 – Гидравлическая схема КМУ



19, 20, 21, 22, 23 – гидроцилиндры телескопирования секций второй стрелы; 24, 26, 31, 33, 35, 37, 41 – обратный клапан; 25, 28, 32, 34, 36, 38, 40 – предохранительный клапан;

Рисунок 13 – Гидравлическая схема потребителей КМУ



42 – гидромотор разворота грейфера; 43 – быстроразъемное соединение с обратными клапанами; 44 – гидроцилиндр управления грейфером; 45, 53 – грузовой барабан; 46 – гидротормоз; 47 – гидромотор грузового барабана; 48 – предохранительный клапан; 49, 50, 51 – обратный клапан; 52 – гидрораспределитель; 54 – аварийный кран

Рисунок 14 - Гидравлическая схема рабочих потребителей КМУ

В случае перегрузки в данной системе, например при зацепе главной стрелы за надстройку, подрывается предохранительный клапан 9, настроенный на давление 17,5 МПа. Предохранительный клапан 4 не срабатывает в этом случае, так как в системе присутствует обратный клапан, сходный с 15. В этом случае РЖ через клапан 9 сливает в бак. При нормальных условиях работы РЖ приводит в действие шток гидроцилиндра 29 и главная стрела выходит в требуемое положение. В поднятое фиксированное положение главной стрелы обеспечивается обратным клапаном 33. В случае перегрузки в системе подрывается клапан 34, настроенный на давление 33 МПа., и при отсутствии снижения перегрузки подрывается клапан 9. При опускании главной стрелы гидрораспределитель переводится в положение подачи РЖ в трубопровод А6. В этом случае вспомогательной линией подрывается клапан 34 и РЖ беспрепятственно, с требуемым расходом поступает в сливную линию. При превышении давления в системе, превышающим 32 МПа, подрывается клапан 10. Таким образом, работа главной стрелы под грузом ограничивается при подъеме предохранительным клапаном 34, при спуске - предохранительным клапаном 10.

Подъем второй телескопической стрелы (гидроцилиндр 27) осуществляется подачей РЖ в трубопровод В5 с помощью гидрораспределителя 12. РЖ в этом случае поступает в подпоршневое пространство мимо предохранительного клапана 36 через обратный клапан 35. Для вытеснения РЖ, расположенного над поршнем давление РЖ в трубопроводе В5 по вспомогательной линии (показана

на рисунке 13 пунктиром) отключает предохранительный клапан 28, расположенный на сливной линии А5 при подъеме стрелы. При опускании второй стрелы РЖ подается в линию А5 через обратный клапан 26 мимо предохранительного клапана 28. Обход клапана 36 линии В5 осуществляется его подрывом по вспомогательной линии от трубопровода А5. Работа предохранительных клапанов, настроенных на давление 21 МПа и 32 МПа осуществляется аналогично клапанам 9 и 10.

Система телескопирования обеспечивает одновременное выдвижение всех секций стрелы. От гидрораспределителя 13 РЖ подается по линии В4 в подпоршневое пространство гидроцилиндра 19 мимо предохранительного клапана 38 через обратный клапан 37. По центральному сверлению в штоке гидроцилиндра 19 РЖ поступает в подпоршневое пространство гидроцилиндра 20 и далее в гидроцилиндры 21, 22, 23. Отвод РЖ из надпоршневого пространства гидроцилиндров 19-23 осуществляется по линии А4 через предохранительный гидравлический управляемый клапан 40. При обратной ходе штоков гидроцилиндров РЖ подается в линию А4, где она беспрепятственно проходит через обратный клапан 41. Отвод РЖ из подпоршневого пространства осуществляется через предохранительный гидравлический управляемый клапан 39.

Подъем и опускание груза осуществляется гидрораспределителем 14 путем подачи РЖ в линию А3. РЖ поступает в том числе через гидрозамок 51 в нормально замкнутый гидротормоз 46 и обеспечивает растормаживание грузового барабана 45. Далее РЖ поступает на гидромотор 47 и приводит во вращение грузовой барабан. Слив осуществляется беспрепятственно. При травлении груза РЖ по линии В3 подается на гидромотор, а отводится через предохранительный клапан 48. При перегрузке срабатывает гидрораспределитель 52 и срабатывает гидротормоз 46. При аварийных перегрузках срабатывает регулятор потока 54, настроенный на давление 43 МПа. В этом случае РЖ от насоса по линии С через клапан 54 сливается в бак и во всех гидрораспределителях падает давление.

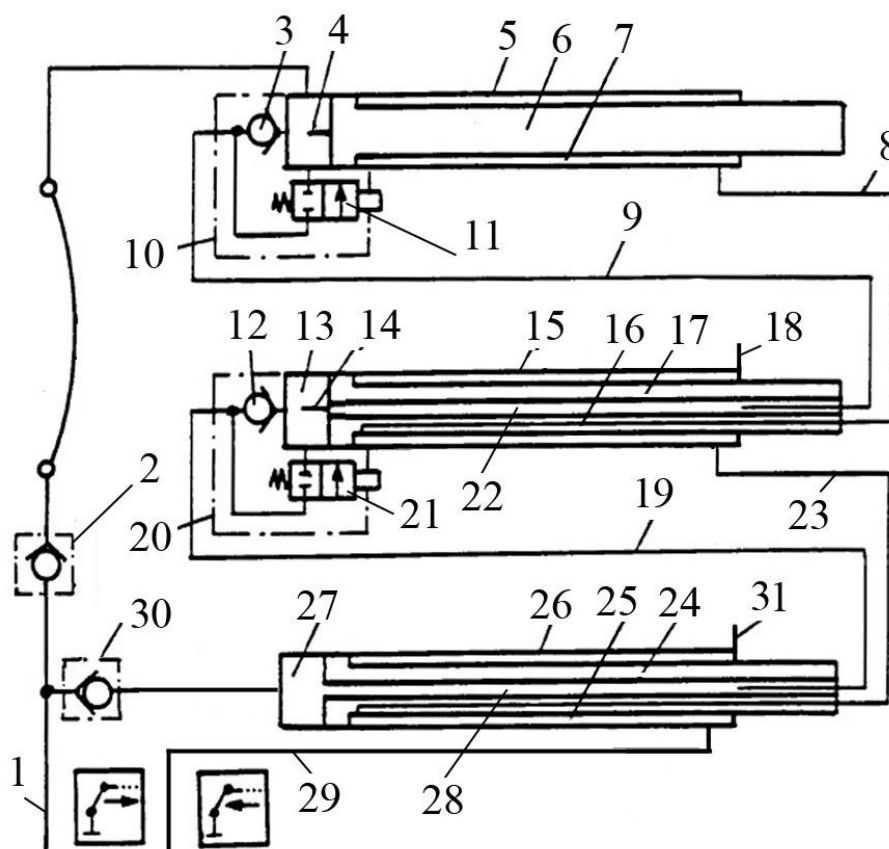
Управление механизмом поворота крана, вращения крюковой подвески и челюстями грейфера осуществляется аналогично.

Так как одновременное выдвижение секций телескопической стрелы существенно ограничивает грузоподъемность крана в целом, некоторые модификации КМУ фирмы PALFINGER имеют стрелы, оснащенные устройствами, обеспечивающими последовательное выдвижение секций.

На рисунке 15 представлена принципиальная гидравлическая схема, обеспечивающая последовательное выдвижение секций телескопической стрелы.

Рассмотрим работу схемы при выдвижении секций телескопической стрелы. На рисунке 15 первые две секции и последняя. Остальные секции имеют схему, аналогичную второй. РЖ поступает через обратный клапан 30 в подпоршневое пространство первого гидроцилиндра 26. Шток выдвигается, РЖ из надпоршневого пространства отводится через линию 29. Из подпоршневого пространства 27 РЖ поступает по линии 19 ко второму гидроцилиндру, но обратный клапан 12 и нор-

мально-закрытый клапан 21 не позволяют маслу попасть в подпоршневое пространство 13.



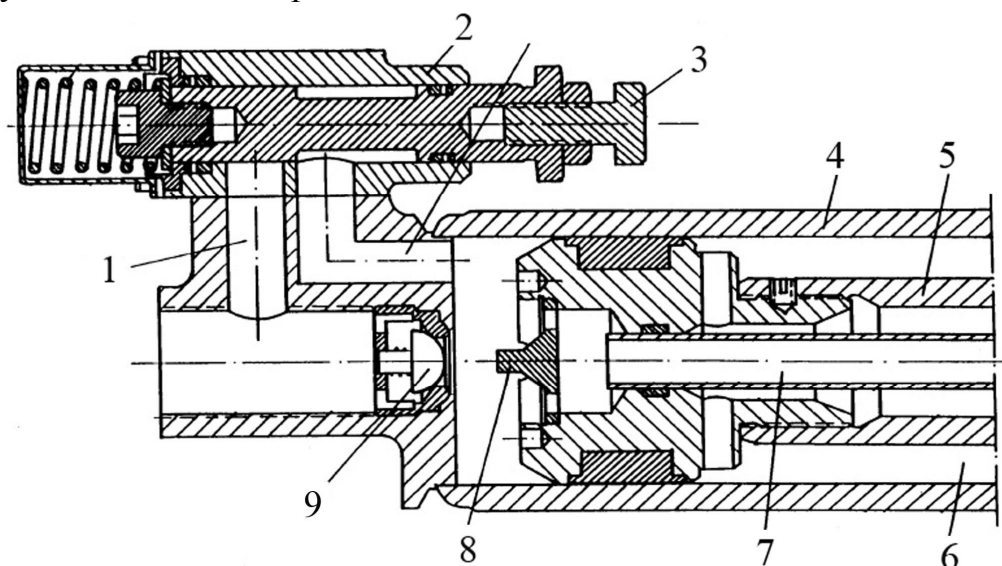
1 – входная линия РЖ; 2, 3, 12, 30 – обратный клапан; 4, 14 – упорный стержень; 5, 15, 26 – гидроцилиндр; 6, 17, 24 – шток; 7 – надпоршневое пространство; 8 – сливная линия; 9, 19 – напорные линии; 10, 20 – блок гидроаппаратуры; 11, 21 – механический регулятор потока; 13, 27 – подпоршневое пространство; 16, 25 – канал отвода (подвода) РЖ от (в) подпоршневое пространство гидроцилиндра; 18, 31 – упорный гребень; 22, 28 – центральное отверстие в штоке; 29 – сливная линия

Рисунок 15 – Схема последовательного выдвижения секций телескопической стрелы

Шток 24 первого гидроцилиндра жестко связан с цилиндром 15 второго гидроцилиндра (устройство соединения поясняется на рисунке 6. В конце выдвижения штока 24 и цилиндра 15 толкатель регулятора потока 21 упирается в упорный гребень неподвижного цилиндра 26. Золотник клапан 26 перемещается и РЖ поступает мимо клапана 12 в подпоршневую полость второго гидроцилиндра. Начинается выдвижение штока 17. И процесс повторяется. При подаче РЖ по линии 29 масло поступает в надпоршневое пространство первого гидроцилиндра, по каналу 25 в штоке 24 и по линии 23 в надпоршневое пространство второго гидроцилиндра, по каналу 16 штока 17 и по линии 8 в надпоршневое пространство последнего гидроцилиндра. Слив РЖ осуществляется по 1 каналу. Шток 6 последнего гидроцилиндра полностью садится на нижнюю крышку гидроцилиндра, при этом упорным стержнем 4 открывает обратный клапан 3. Через открытый клапан 3 отводится РЖ из подпоршневого пространства 13 второго гидроцилиндра и так далее.

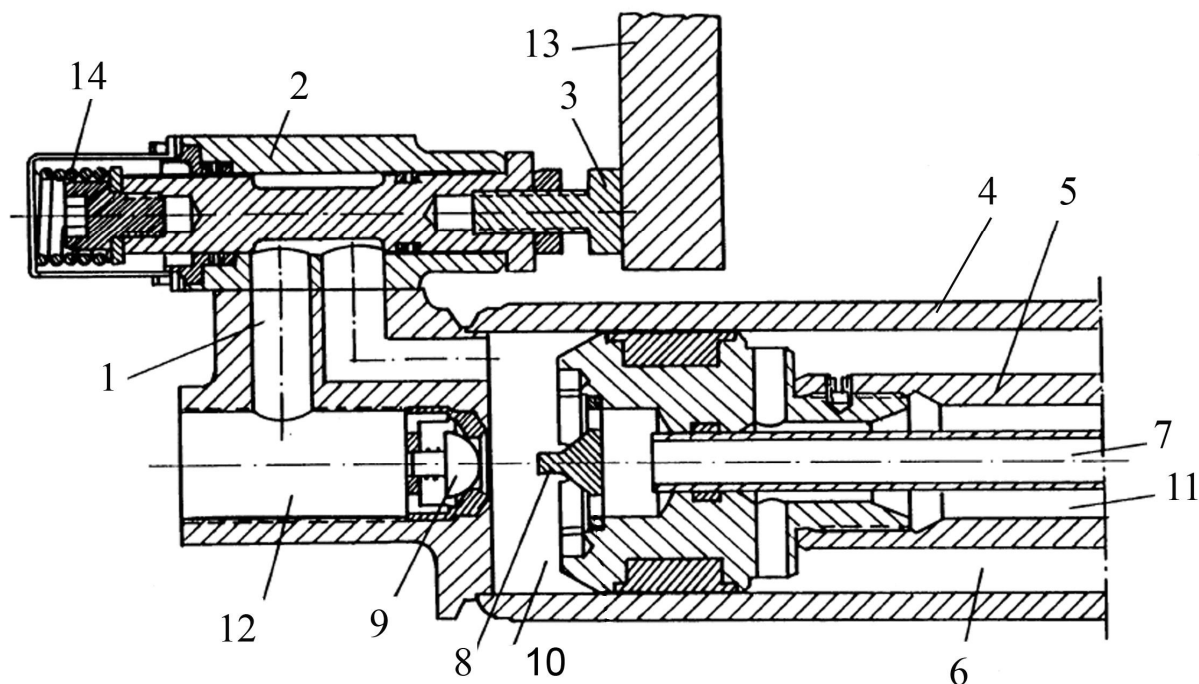
Конструкция основных элементов схемы представлена на рисунках 16 и 17. На рисунке 16 представлен узел подачи РЖ в гидроцилиндр. РЖ через нормально-

закрытый клапан 2 не поступает в подпоршневую полость цилиндра 4. При достижении толкателя 3 упорного гребня 13 клапан открывается, РЖ поступает в подпоршневую полость цилиндра 4 и шток 5 выдвигается.



1 – подача РЖ на клапан; 2 – нормально-замкнутый клапан; 3 – толкатель клапана; 4 – цилиндр; 5 – шток; 6 – надпоршневое пространство; 7 – центральное отверстие штока; 8 – упорный стержень; 9 – обратный клапан

Рисунок 16 – Положение элементов гидроцилиндра при закрытом клапане



1 – подача РЖ на клапан; 2 – нормально-замкнутый клапан; 3 – толкатель клапана; 4 – цилиндр; 5 – шток; 6 – надпоршневое пространство; 7 – центральное отверстие штока; 8 – упорный стержень; 9 – обратный клапан; 10 – надпоршневое пространство; 11 – коаксиальное отверстие штока; 12 – входная полость гидроцилиндра

Рисунок 17 – Положение элементов гидроцилиндра при открытом клапане

Все штоки гидроцилиндров имеют двойное перекрёстное хромирование. Суммарная толщина хромирования 60 мкм. Коррозионная стойкость в тумане средней солёности – класс 10 по стандарту ASTM: B287, B117. Оси шарниров ни-

келированы. На всех соединениях фитинги выполнены из нержавеющей стали. Металлоконструкция прошла дробеструйную обработку, выполнена цинковая грунтовка (толщина 100 мкм). Окраска конструкции: грунтовка – эпоксидная 2-х компонентная эмаль (толщина 250-280 мкм); финишная обработка в два слоя – полиуретановой 2-х компонентная эмаль. Назначенный срок службы 10-15 лет. На рисунке 18 представлены габариты крана РК 50002 М.

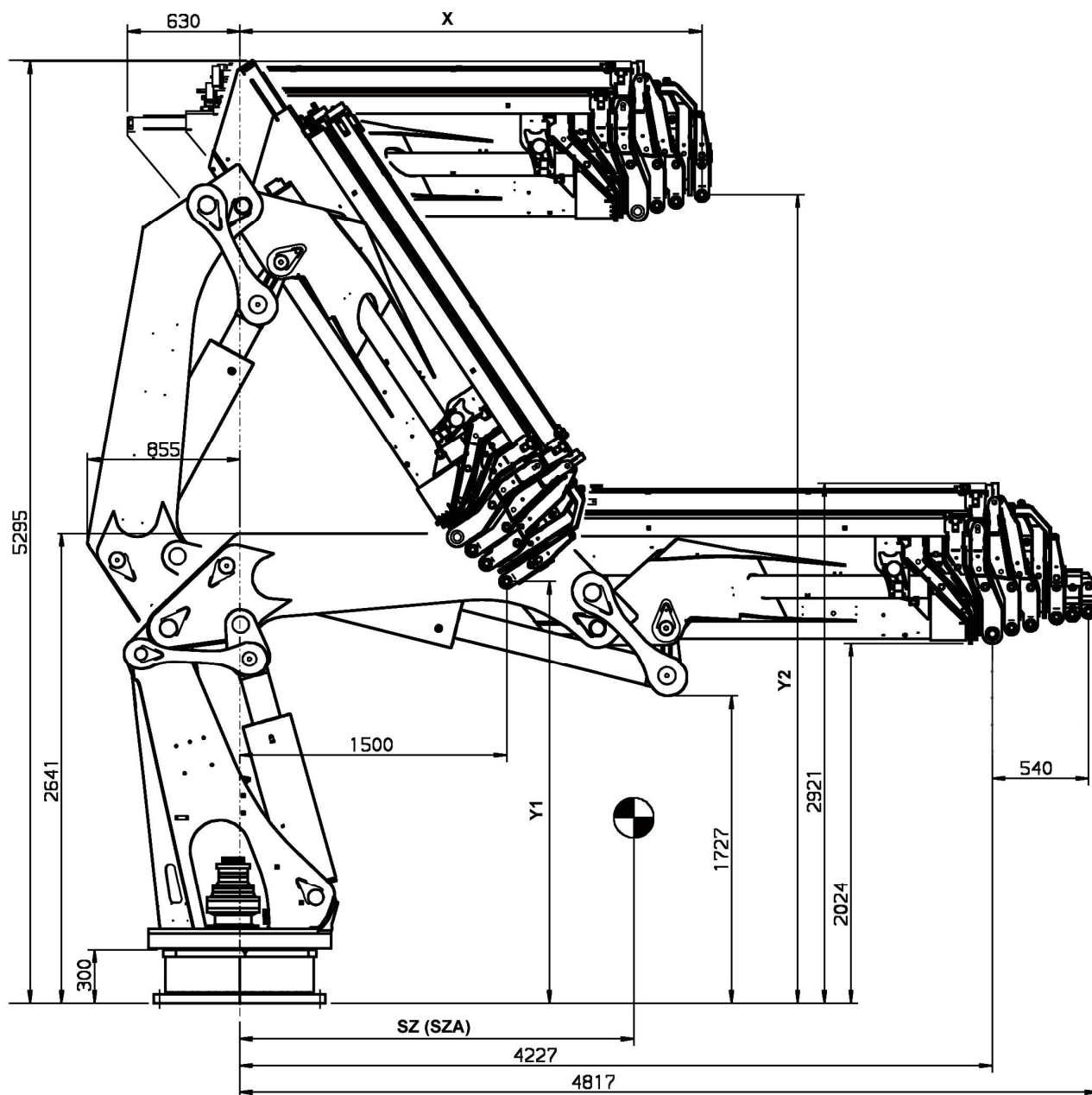


Рисунок 18 – Габариты крана РК 50002 М

5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

1. Изучить настоящие МУ.

2. На основании зависимостей (1) и (2) выполнить оценочный расчет статической деформации телескопической стрелы крана-манипулятора под нагрузкой на гаке. Исходные данные выбирать на основании таблицы 3.

Таблица 3 – Исходные данные для расчета стрелы

	Параметр	Обозначение	Размерность	Последняя цифра зачетки									
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Масса груза	G	кг	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900
2	Количество секций стрелы	N	шт	6	7	8	6	7	8	6	7	8	6
3	Длина консоли секции стрелы	L	м	1,4									
4	Длина опорной части секции	B	м	0,2	0,25	0,3	0,2	0,25	0,3	0,25	0,3	0,2	0,25
5	Нормальный зазор в опорах	δ	м	0,001	0,0015	0,002	0,001	0,0015	0,002	0,001	0,0015	0,002	0,001

При расчете момента инерции сечения секции стрелы выполнять эскиз сечения стрелы, при этом учитывать: толщина плоских подшипников, мм: $\Delta=5-\delta$; толщина профиля всех секций 4 мм (рисунок 19); линия стыков гексагонального сечения секций стрел лежит на линии, лежащей под углом к горизонтали 30° . На рисунке 18 представлены габаритные размеры минимальной секции (последней). По эскизу, выполненному в масштабе 1:1, рассчитать моменты инерции сечений секций стрел (23, 24).

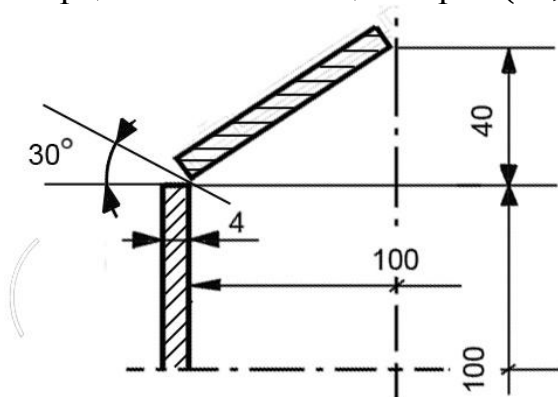


Рисунок 19 - Упрощенный профиль сечения секции стрелы КМУ

3. Результаты расчетов представить в табличном виде. Сделать выводы.

6. ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ

1. Отчет выполняется на листах формата А4.
2. Отчет должен содержать название, цель работы, составленную структурную схему рассчитываемой телескопической стрелы; эскиз поперечного сечения телескопической стрелы; расчеты, представленные в табличном виде.

3. Сделать выводы.

7 .ВОПРОСЫ К ЗАНЯТИЮ

1. Охарактеризовать крано-манипуляторные установки, применяемые на морских судах.
2. Описать устройство типовой КМУ.
3. Описать систему телескопирования КМУ.
4. Описать состав гидропривода КМУ.
5. Описать последовательность операций при управлении главной стрелы.
6. Описать последовательность операций при повороте КМУ
7. Описать последовательность операций при управлении вспомогательной стрелой.
8. Описать последовательность операций при управлении грузовым барабаном.
9. Охарактеризовать взаимодействие элементов телескопической стрелы при одновременном выдвижении секций.
10. Охарактеризовать гидроаппаратуру, обеспечивающую защиту КМУ при перегрузках.
11. Описать последовательность операций при управлении системой телескопирования.
12. Охарактеризовать взаимодействие элементов телескопической стрелы при последовательном выдвижении секций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Седор А.М. Судовые подъемно-транспортные машины и устройства/ А.М.Седор.– Одесса.:ОГМА, 1998.–126с.
2. Pelagic trawler/purse seiner Strømegg. SP shipbase no.: 7382770. [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые данные (0,9 Mbytes). – Режим доступа: <http://www.ship-info.com>. Saturday, 05 Desember 2009 12:03:33.
3. CRANES & ACCESS 2007 № November №2(2) pp.13-17
4. CRANES & ACCESS 2008 № February №1(4) pp. 32-37
5. Рось Я.В. Справочник по эксплуатации и ремонту консольных автокранов/ Я.В.Рось.–К.:Техніка, 1982.–181 с.
6. Fassi. [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые данные (2,5 Mbytes). – Режим доступа: <http://www.fassigroup.com>. Sundy, 06 Desember 2009 10:40:20.
7. Heila. [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые данные (1,2 Mbytes). – Режим доступа: <http://www.heila.com>. Saturday, 02 Desember 2009 16:13:05.
8. Hiab marine cranes. [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые данные (14 Mbytes). – Режим доступа: <http://www.hiab.com>. Saturday, 02 Desember 2009 19:08:23.

9. Amco veba Group. [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые данные (1,2 Mbytes). – Режим доступа: <http://www.amcoveba.com>. Saturday, 05 Desember 2009 16:45:08.
10. Guerra. [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые данные (8 Mbytes). – Режим доступа: <http://www.iguerra.com>. Saturday, 05 Desember 2009 17:21:45.
11. Palfinger marine cranes. [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые данные (13 Mbytes). – Режим доступа: <http://www.palfingersystems.com>. Saturday, 05 Desember 2009 17:31:12.
12. Ватипко Б.А. Техническая эксплуатация судовых палубных механизмов и закрытий/ Б.А. Ватипко, В.Г. Бригида, В.И. Ролинский. – М.: Транспорт, 1978.–200с.
13. Чернега В.И. Краткий справочник по грузоподъемным машинам/ В.И. Чернега, И.Я. Мазуренко.– К.: Техніка, 1981.–360с.
14. Пат. SU 1158484А, Россия, В66 С 23/66. Опорное устройство секций телескопической стрелы крана/ Шаповалов В.В., Дымов Н.В., Сеин Н.И. А.Н. - № 952721; заявл. 10.12.1982; опубл. 30.05.1985.- 4 с.
15. Пат. 2587221. Canada, B05 D 5/08. Anti-friction coating for telescopic crane parts/ Kein Christian (MANITOWOC CRANE Group France Sas) - заявл. 18.12.2006; опубл. 18.06.2008. – 11 с.
16. Пат. DE 295 11 528. Deutschland, B65 H 75/36. Teleskopausleger mit einer Schlauchfuehrung/ P.Reinhard (Palfinger AG, Bergheim, AT) - заявл. 17.07.1995; опубл. 09.11.1995. – 12 с.
17. Пат. US 005501346А. USA, B66 С 23/04. Multistage telescope boom/ Eckhard Wimmer (Palfinger AG, Bergheim, Austria) - заявл. 09.01.1995; опубл. 26.03.1996. – 12 с.
18. Пат. US 20060249469А1. USA, B66 С 23/04. Multistage telescope boom/ Jose Maria Badia (KONE, SE) - заявл. 03.04.2005; опубл. 09.11.2006. – 13 с.
19. Пат. EP 1955975А1. EPO, B66 С 23/70. Dispositif telescopique de manutention/ Braud Marcel-Claude (MANITOU BF, FR) - заявл. 18.01.2008; опубл. 13.08.2008. – 11 с.
20. Бохонский А.И. Расчет и проектирование телескопических исполнительных органов манипуляторов/ А.И. Бохонский, Г.Г. Макухина, Ю.А. Хашин.– К.: УМК ВО, 1989.–132с.
21. Конструкционные пластмассы фирмы Quadrant Engine-ering Plastic Products. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://sudoplast.spb.ru/plast2_eng.html, 03 October 2010 21.34
22. Очеретяный В.А. Расчет деформации грузовой телескопической стрелы судового крана манипулятора // Материалы V Всеукраинской СНТК «Совершенствование проектирования и эксплуатации морских судов и сооружений» (1–3 декабря 2010 г.)/В.А. Очеретяный, О.А. Дринко, Е.А. Очеретяная.– Севастополь. СевНТУ, 2010.– С.24—27.
23. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов/В.И. Феодосьев.– М.: Наука, 1979.–560с.
24. Шеффлер М. Грузоподъемные краны. Кн.2/М. Шеффлер, Х. Дресиг,

Ф.Курт.–М.:Машиностроение, 1981.–267с.

Заказ № 64 от « 16 » 05.2011 г. Тираж 50 экз.
Изд-во СевНТУ