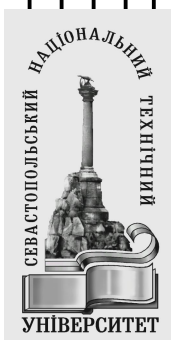
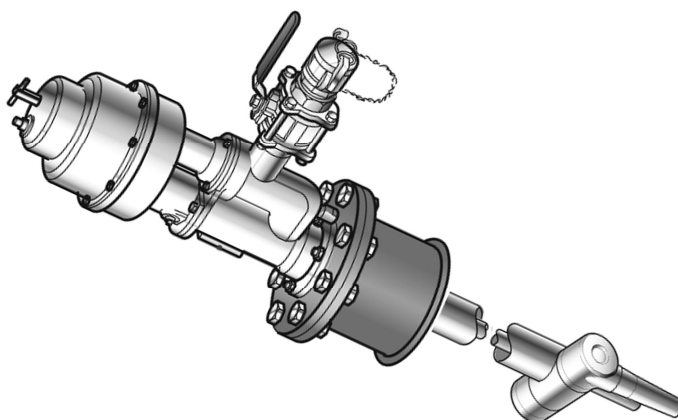


Министерство образования и науки Украины  
Севастопольский национальный технический университет



## **МОЕЧНЫЕ МАШИНКИ ТАНКОВ НАЛИВНЫХ СУДОВ. УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МОЙКИ**

Методические указания  
к практическому занятию по дисциплине  
«Технологическое оборудование и системы судов»  
для студентов всех форм обучения специальности  
«Эксплуатация судовых энергетических установок»



Севастополь  
2013

Моечные машинки танков наливных судов. Устройство и эксплуатация. Определение технологических параметров мойки. Методические указания к практическому занятию по дисциплине «Технологическое оборудование и системы судов» для студентов всех форм обучения специальности «Эксплуатация судовых энергетических установок» / Сост. В.А.Очеретяный, Д.В.Бойченко – Севастополь: Изд-во СевНТУ. 2013.– 16 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 «Технологическое оборудование и системы судов», приобретение знаний и навыков по устройству и обслуживанию систем мойки танков наливных судов и моечных машинок.

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры ЭМСС, протокол № 10 от 29.04. 2013 г.

Рецензент – доцент кафедры ЭМСС Лисняк Ю.А.

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |                                                                    |    |
|---|--------------------------------------------------------------------|----|
|   | Цель практического занятия .....                                   | 3  |
| 1 | Введение .....                                                     | 3  |
| 2 | Технология механизированной мойки танков .....                     | 4  |
| 3 | Моечные машинки .....                                              | 7  |
| 4 | Определение технологических параметров мойки грузового танка ..... | 11 |
| 5 | Требования к отчету .....                                          | 15 |
| 6 | Вопросы к практическому занятию .....                              | 15 |
|   | Библиографический список .....                                     | 16 |

## ЦЕЛЬ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ

Цель практического занятия - ознакомление с широко применяемыми для мойки танков наливных судов моечных машинок, являющимися неотъемлемой частью системы мойки танков, изучение основ эксплуатации и расчета основных технологических параметров работы моечных машин.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Мойка танков от нефтеостатков на танкерах, перевозящих нефть и продукты ее переработки, является обязательным условием нормального технологического процесса грузоперевозок. Такая необходимость возникает в связи с тем, что нефть по фракционному составу неоднородна, содержит тяжелые частицы, оседающие на днище и стенках емкостей с образованием вязких отложений. Отложения на днище и стенках танков выделяют газообразные углеводороды, создающие опасность взрыва или пожара. Отложения содержат твердые включения, пропитывают ржавчину, и поэтому мойка танков часто требует последующего удаления этих отложений и ржавчины. На каждом танкере эта работа производится механизированными способами, но в некоторых случаях при тщательной очистке танка требуется и ручной труд. Степень мойки и очистки танков может быть различной и зависит от назначения этой работы в каждом конкретном случае.

Мойка осуществляется с целью:

- подготовки танкера к балластному переходу;
- удаления из танков отложений остатков груза, ржавчины, в профилактических целях и для осмотров танков;
- подготовки судна к ремонту;
- под смену груза.

Система мойки состоит из следующих элементов: насосов, моечных машинок, подогревателей, трубопроводов с арматурой и КИП.

Мойка может производиться сырой нефтью, холодной забортной водой, горячей забортной водой, водным раствором химического препарата.

При мойке должны выполняться меры безопасности:

- мойка сырой нефтью может производиться только в инертизированной атмосфере;
- должна быть полная информация о концентрации углеводородов в танке или невозможности ее определения;
- все моечные шланги должны быть заземлены;
- должны быть известны температура и давление моещей воды;
- должна быть известна производительность моечных машинок, а также продолжительность их паспортного цикла;
- при мойке сырой нефтью должны быть приняты меры по снижению обводненности нефти.

Периодичность проведения моечных работ дана в таблице 1.

Таблица 1 – Периодичность проведения моечных работ

| № | Назначение мойки                                                | Периодичность проведения моечных работ                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | На балластный переход:<br>полная мойка;<br>частичная мойка,     | При рейсах более 10 суток – ежерейсно, за исключением случаев, когда по условиям плавания проведение моечных работ невозможно;<br>При продолжительности балластного рейса менее 10 суток – по усмотрению капитана                                                                                             |
| 2 | Для осмотра, профилактического удаления неоткачиваемых остатков | – при рейсах продолжительностью до 20 суток – через 4 – 5 рейсов, но не реже одного раза в 3 – 4 месяца;<br>– при рейсах продолжительностью свыше 20 суток – не реже одного раза в 3 – 4 месяца;<br>– вместо полной мойки в указанные сроки может производиться частичная мойка по несколько танков ежерейсно |
| 3 | Под ремонт:<br>– полная мойка;<br>– частичная мойка,            | – перед постановкой судна в заводской ремонт или док;<br>– для выполнения неотложных ремонтных работ по устранению повреждений в отдельных танках                                                                                                                                                             |
| 4 | Под смену вида груза                                            | – под светлые грузы – после перевозки темных нефтепродуктов;<br>– под другой жидкий груз – после перевозки нефтепродуктов или другого вида жидкого груза                                                                                                                                                      |

## 2. ТЕХНОЛОГИЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ МОЙКИ ТАНКОВ

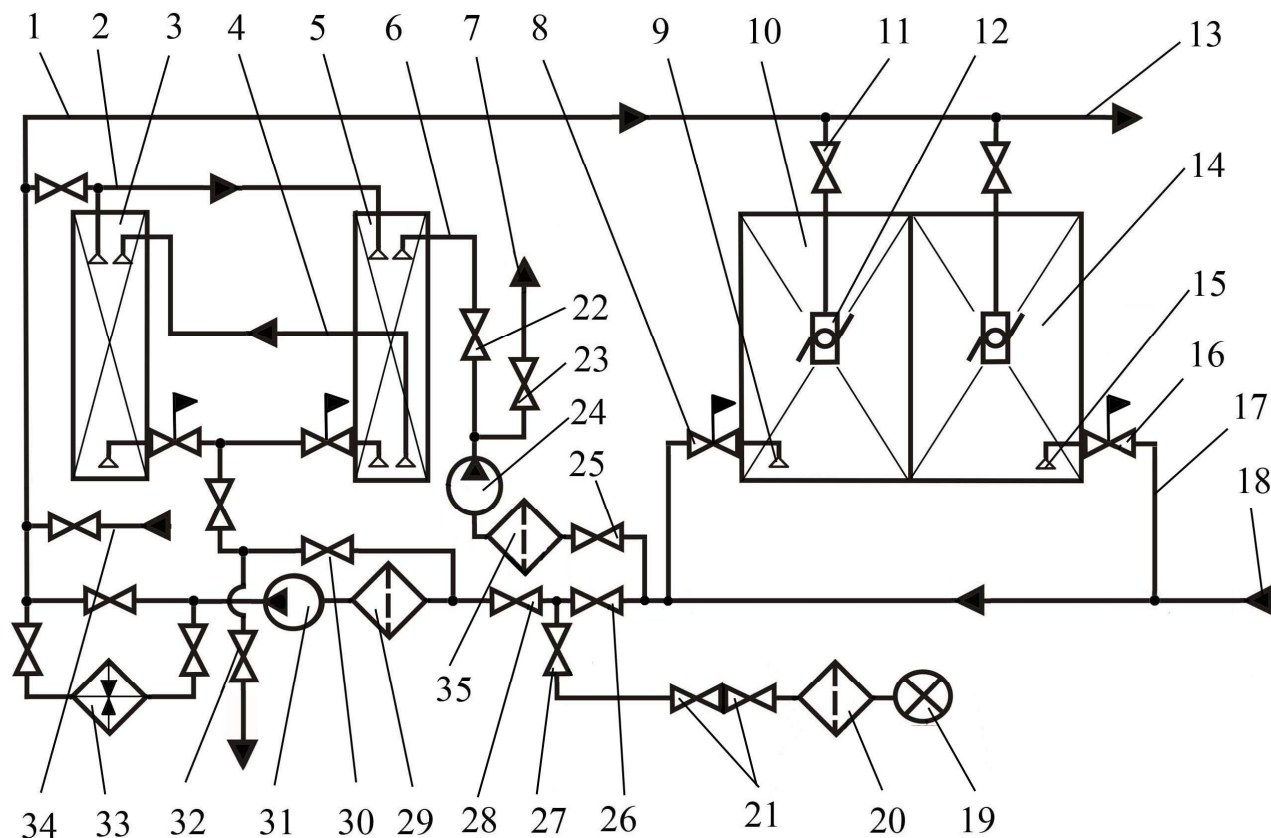
Для мойки танков применяют следующее оборудование, которое в комплекте составляет моечную систему: моечный магистральный трубопровод, моечные машинки (ММ), отстойные танки, моечный насос, подогреватели воды, нефтеводяные сепараторы, цистерны для сбора отмытых нефтепродуктов, емкости для хранения химических препаратов, арматура моечной системы, система управления моечным процессом. На современном танкере всегда есть стационарная система мойки (рисунок 1). Она резервируется переносным оборудованием, куда входят переносные моечные машинки, шланги, кронштейны под шланги, вентиляторы, лебедки для удаления из танков твердых отложений.

По технологии проведения различают способы механизированной мойки танков по разомкнутому циклу и по замкнутому циклу. Мойку танков по разомкнутому циклу, как правило, проводят с двухступенчатым отстоем промывочной воды. Мойка с одноступенчатым отстоем промывочной воды возможна только для грузовых танков, в которых перевозились лёгкие сорта груза.

При разомкнутом цикле мойки очистка промывочной жидкости осуществляется способом проточного отстоя. Проточная вода сливается за борт после одноразового использования и очистки нефти в отстойных танках до концентрации, допускающей слив её в море.

При мойке танков по разомкнутому циклу моечный насос 31, или используемый для этой цели один из грузовых насосов, через кингстон 19 и фильтр 20 принимает воду из – за борта и через подогреватель 33, либо минуя его, подаёт воду по трубопроводу 1 к моечным машинкам 12, находящимся в танках 10, 14. Зачистной насос 24 через арматуру 8, 25 и фильтр 35 откачивает промывочную

воду из замываемого танка в первый отстойный танк 5 (первая ступень очистки), из нижней части которого отстоявшаяся промывочная вода перетекает по трубопроводу 4 во второй отстойный танк 3 (вторая ступень очистки), а затем сливается за борт через систему САЗРИУС по трубопроводу 32 или выкачивается зачистным насосом 24 (на рисунке не показано).



1, 13 – подача моющей среды к ММ; 2 – вспомогательный трубопровод; 3, 5 – отстойные танки; 6 – подача отработавшей моечной среды к отстойному танку; 7 – отвод среды на палубу; 8, 11, 16, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 30, 32 – запорная арматура; 9, 15 – заборная воронка; 10, 14 – танки; 12 – моечная машинка; 17, 18 – подача среды к зачистному (моечному) насосу; 19 – кингстон; 20, 29, 35 – фильтр; 24 – зачистной насос; 31 – моечный насос; 33 – теплообменник; 34 – подвод химикатов в моющую жидкость

Рисунок 1 – Система мойки танков наливных судов

Через верхний заборный отливной клапан в процессе мойки по разомкнутому циклу непрерывно сливается за борт промывочная вода, очищенная от нефти в отстойных танках. На судах, где отсутствует верхний отливной клапан, слив производят через днищевой кингстон. Слив воды из отстойных танков должен быть контролируемым по нефтесодержанию.

С окончанием мойки всех танков отстоявшуюся промывочную воду из отстойных танков сливают за борт, а нефтепродукты собирают в первый отстойный танк и сдают в береговые очистительные сооружения или используют на судне.

Мойка грузовых танков по замкнутому циклу возможна как с двухступенчатым, так и с одноступенчатым отстоем промывочной жидкости.

При замкнутом цикле мойки очистка промывочной жидкости осуществляется способом проточного отстоя. Промывочная жидкость используется многократно при непрерывной очистке от нефти в отстойных танках.

При мойке танков по замкнутому циклу с двухступенчатым отстоем (рисунк 1) моечный насос 31 принимает моющую жидкость из второго отстойного танка 3, подаёт через подогреватель 33 (или минуя его) по трубопроводу 1, к моечным машинкам 12. Зачистной насос 24 откачивает промывочную жидкость из замываемого танка 10 в первый отстойный танк 5, из нижней части которого промывочная жидкость по перепускной трубе 4 протекает во второй отстойный танк 3. Большая часть отмытых нефтепродуктов собирается на поверхности промывочной жидкости в первом отстойном танке 5. С окончанием мойки всех танков промывочную жидкость из танка после отстаивания сливают за борт через систему САЗРИУС, либо сдают в береговые очистительные сооружения. Отмытую нефть отправляют на берег или сливают в груз.

Для мойки танков обычно используют забортную морскую воду. Для удаления со стенок танка загрязнений используется ударное действие струи воды. При ударе часть воды распыляется, а часть отражается (эффект отраженных брызг) и затем стекает по переборкам, очищая их, хотя и с меньшей эффективностью.

Это действие ударной струи воды изменяется в зависимости от места расположения остатков нефтепродуктов по отношению к стволу гидромонитора (машинки), скорости и давления струи, или от продолжительности подачи воды на участок с остатками нефтепродуктов.

В зависимости от того, под какой груз готовятся танки, мойка может производиться холодной или горячей водой, нагретой до температуры 70–80 °С. Если танки моют для приемки чистого балласта или нефтепродуктов, мало отличающихся по своим паспортным данным от ранее перевозившегося груза, мойку производят холодной водой или подогретой до температуры 50–60 °С. Качество мойки танков горячей водой улучшается при условии, что температура воды будет поддерживаться в пределах 70–80 °С.

Практика показывает, что после мойки танков горячей водой под большим давлением на металлической поверхности танков быстро образуется слой свежей ржавчины. Объясняется это тем, что при такой мойке оголяется поверхность металла танков и труб, так как сбивается старая ржавчина и снимается слой нефтепродуктов, являющийся защитной пленкой, предохраняющей металл от окисления. Однако, при мойке танков холодной водой, нефтяная плёнка на поверхности танков предохраняющая их от интенсивной коррозии сохраняется. При длительной эксплуатации танкера на перевозке светлых нефтепродуктов (бензин, керосин и пр.) корпус, переборки и набор грузовых танков подвергаются коррозии. В этом случае для мойки танков основное значение имеет не температура воды, а как можно более высокое давление, при котором струи воды сбивали бы ржавчину. При этом ржавчина настолько раздробляется струей воды, что почти вся удаляется вместе с моечной водой. Применение морской воды вносит нежелательные солевые добавки в смесь нефтепродуктов с водой, что затрудняет утилизацию отмытых нефтеостатков.

Мойка водным раствором моющего химического препарата может производиться только по замкнутому циклу. Применение химических препаратов позволяет многократно использовать одну порцию моющего раствора. Отработанный раствор должен сохраняться на судне и сдаваться на береговые очистительные сооружения или зачистную станцию без сброса в море загрязнённых нефтепродуктов, промывочных вод и отмываемого продукта. Тем самым обеспечиваются условия для выполнения международной конвенции по предотвращению загрязнения моря нефтью.

На судах, перевозящих сырую нефть, этим же грузом осуществляют мойку танков. Преимущества мойки нефтью состоят в следующем:

- более полно удаляются загустевшие остатки груза за счет использования свойств нефти растворять смолистые отложения;
- многократно уменьшается загрязнение моря нефтью даже в том случае, когда требуется domывка водой;
- увеличивается грузопместимость танкера за счет полного удаления неоткачиваемых остатков груза;
- сокращаются потери груза при последующей водной мойке.

Мойка сырой нефтью допускается при следующих условиях: замыкаемый танк должен быть заполнен инертным газом; система мойки должна быть стационарной; мойка производится по разомкнутому циклу с последующей сдачей нефти на берег.

Мойка танков сырой нефтью производится одновременно с разгрузкой танкера. В моечной магистрали должно быть давление около 1 МПа. Чтобы его создать прикрывают перед манифольдом клинкет. При работе одновременно 4–8 машинок это уменьшит подачу груза на берег на 4 – 5 %.

Мойка выполняется одноэтапным или двухэтапным способом. При одноэтапном способе мойка каждого танка производится по окончании его выгрузки с отбором моющей нефти из других танков. При двухэтапном способе: первый этап (мойка переборки танка) совмещается с выгрузкой танка; второй (мойка днища) производится после полной выгрузки танка с отбором моющей нефти из других танков.

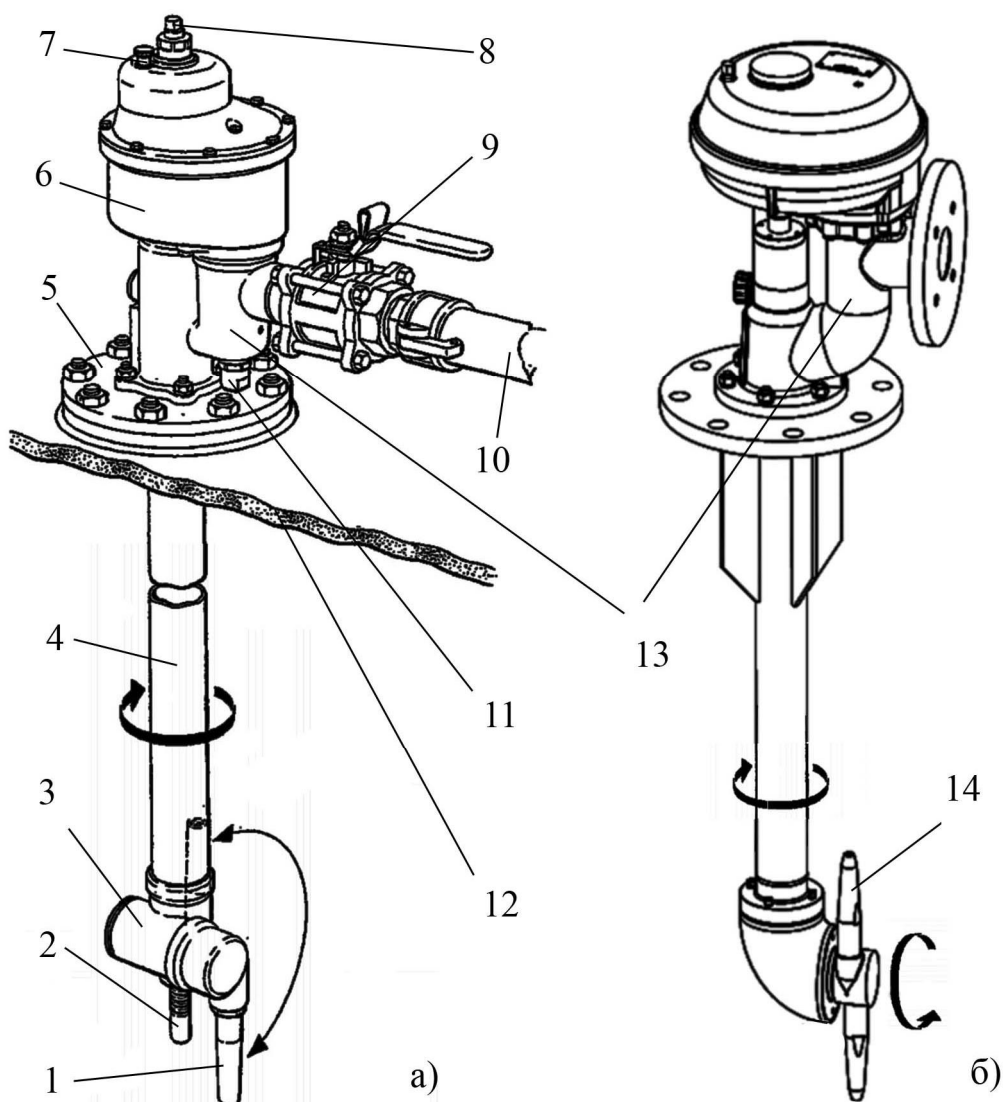
### 3. МОЕЧНЫЕ МАШИНКИ

Ведущие производители ММ: шведская компания «Scanjet Marine» (<http://www.scanjet.se>), фирма «Alfa Laval» (<http://www.alfalaval.com>). В водных системах мойки наиболее распространены односопловые, двухсопловые, трехсопловые, многоуровневые односопловые и двусопловые с нижним расположением привода ММ. ММ которые могут быть как стационарными, так и переносными.

Общий вид стационарных ММ представлен на рисунке 2.

Количество ММ зависит от вместимости танка. При давлении на ММ 1 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>) и вместимости танка до 2000 м<sup>3</sup> расход должен быть не менее 25 м<sup>3</sup>/ч; при вместимости от 2000 до 5000 м<sup>3</sup> – 40 м<sup>3</sup>/ч; и далее соответст-

венно 5000...10000 м<sup>3</sup> – 60 м<sup>3</sup>/ч; 10000...15000 м<sup>3</sup> – 100 м<sup>3</sup>/ч; 15000...20000 м<sup>3</sup> – 160 м<sup>3</sup>/ч; свыше 20000 м<sup>3</sup> – 200 м<sup>3</sup>/ч.



1 – односопловая насадка; 2 – цилиндрическая зубчатая рейка; 3 – корпус поворотного устройства насадки с соплами; 4 – вращающийся ствол ММ; 5 – фланцевое крепление ММ к палубе; 6 – головка ММ с приводными механизмами; 7 – кнопки выбора режима работы ММ; 8 – винт управления углом разворота сопла; 9 – запорный орган; 10 – подача моющей жидкости на ММ; 11 – винт регулировки частот вращения ствола; 12 – палуба; 13 – зона расположения в ММ гидротурбины привода механизмов ММ; 14 – двусопловая насадка;

а) – односопловая ММ; б) – двусопловая ММ

Рисунок 2 – Общий вид моечных машинок танков наливных судов

Количество стационарных ММ и оптимальные места их расположения определяют путем нахождения методом графического построения или макетирования такой схемы обработки внутренних поверхностей танка прямыми струями эффективной длины, при которой затененная поверхность танка не превышает: для горизонтальной поверхности днища и верхних поверхностей шельфов и др. 10 % общей горизонтальной площади этих элементов танка; для вертикальных поверхностей стенок танка – 15 % общей площади стенок. При

этом под эффективной длиной струи принимают ту, при которой удельная ударная сила на перпендикулярную струе стенку, отнесенную к площади сечения сопла, составляет 1,0 – 1,1 МПа (10 – 11 кгс/см<sup>2</sup>).

В таблице 2 представлены основные характеристики ММ с различными диаметрами сопел, в зависимости от давления рабочей жидкости (РЖ): Q – расход сопла, м<sup>3</sup>/кг; L – эффективная длина струи, м. Диапазон диаметров соловых аппаратов современных ММ от 8 до 40 мм.

Таблица 2. Характеристик сопловых аппаратов ММ

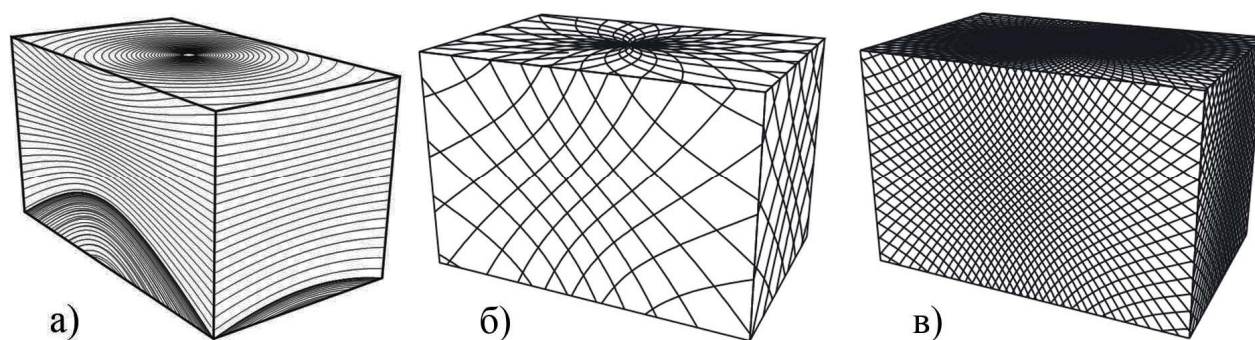
| Давление РЖ, МПа | Сопло Ø10             |      | Сопло Ø 14            |      | Сопло Ø 18            |      | Сопло Ø 22            |      | Сопло Ø 26            |      |
|------------------|-----------------------|------|-----------------------|------|-----------------------|------|-----------------------|------|-----------------------|------|
|                  | Q, м <sup>3</sup> /кг | L, м | Q, м <sup>3</sup> /кг | L, м | Q, м <sup>3</sup> /кг | L, м | Q, м <sup>3</sup> /кг | L, м | Q, м <sup>3</sup> /кг | L, м |
| 0,6              | 8,0                   | 16   | 18,3                  | 20   | 27,3                  | 26   | -                     | -    | -                     | -    |
| 0,8              | 9,2                   | 17   | 21,2                  | 23   | 33,1                  | 28   | 44,4                  | 29   | 53,9                  | 30   |
| 1,0              | 10,2                  | 18   | 24,0                  | 25   | 36,7                  | 29   | 49,7                  | 29   | 60,1                  | 30   |
| 1,2              | 11,8                  | 19   | 26,8                  | 25,5 | 40,2                  | 30   | 54,4                  | 30   | 65,8                  | 31   |

Одной из важных характеристик ММ является угол подъема сопла на один оборот машинки вокруг вертикальной оси. Для ММ различных конструкций реализуют 3 режима работы при основной мойке и один режим при омывании танка: 1,5 %оборот; 3,0 %оборот; 4,5 %оборот и 60 %оборот.

Частота вращения существующих ММ находятся в пределах 0,5 – 1,5 оборота в минуту.

ММ допускают мойку забортной водой и сырой нефтью и выполнены из материалов, стойких к коррозионному воздействию моющей среды.

Достоинством гидроприводных машинок является возможность использования одной рабочей среды одинакового давления как для управления ММ, так и для мойки танка. Односопловая технология реализует спиральную схему очистки, двусопловые ММ обеспечивают равномерный распыл моющих жидкостей по перекрестной схеме (рисунок 3).



а) – траектория струи ММ с одним соплом; б) – траектория струи ММ с двумя соплами после одного оборота ствола; в) – траектория струи ММ с двумя соплами в конце цикла

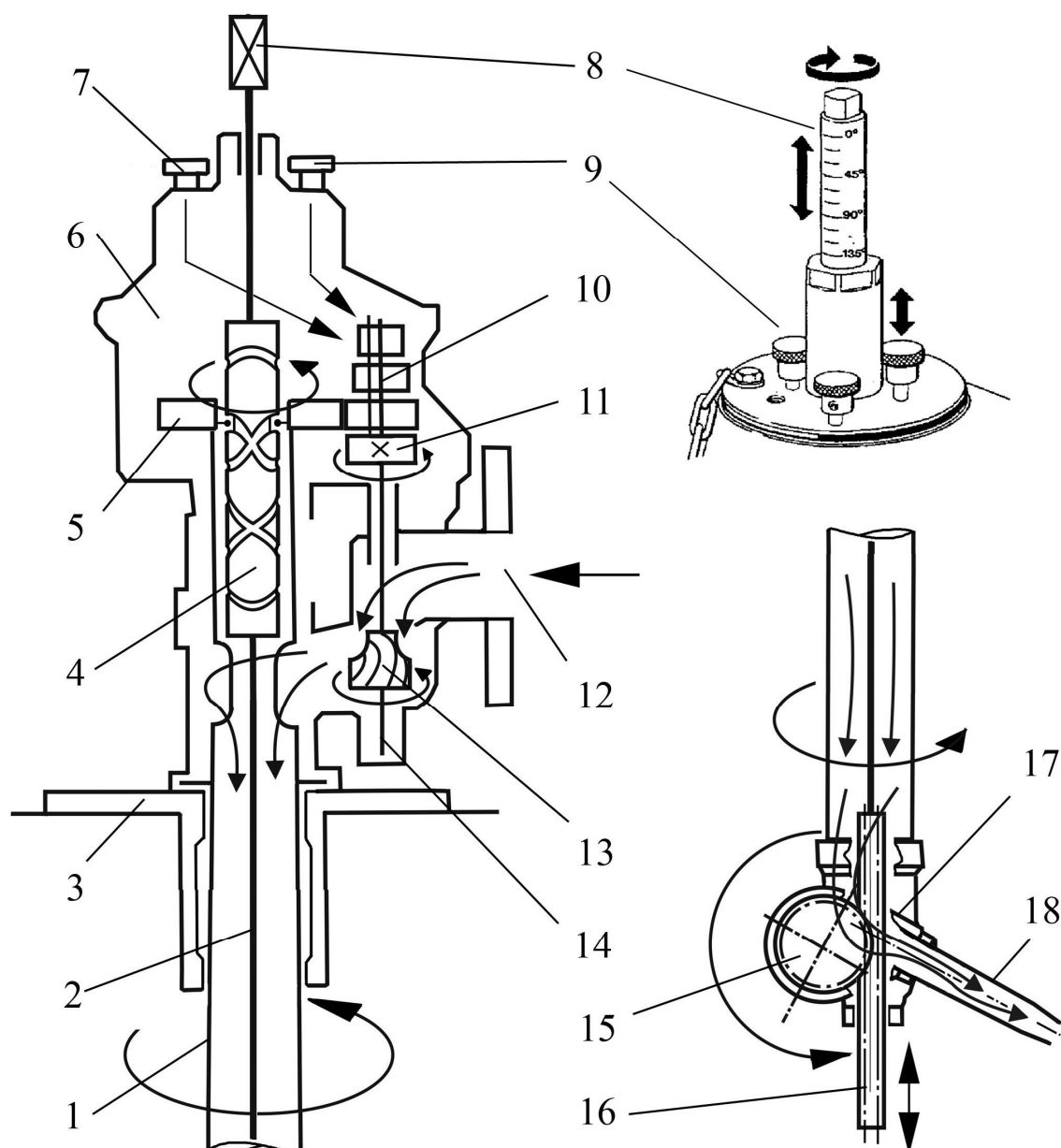
Рисунок 3 – Схема обработки танка одно и двусопловыми ММ

ММ крепятся к палубе при помощи фланца. В верхней части машинки расположена управляющая приводная головка 6 (рисунок 3), которая содержит приводные механизмы ММ. Наиболее широко применяемые механизмы: зубчатая коробка скоростей; планетарные и дифференциальные механизмы и др. На головке крепится патрубок с запорным органом 9 для подачи моющей среды от общей моечной магистрали, подающей воду на мойку танков. Обычно в нижней части патрубка в потоке среды располагается лопастное колесо (турбина), которое приводит в действие редуктор ММ. Для регулировки частоты вращения лопастного колеса, а значит и параметров работы ММ, на головке устанавливаются винт 11. Для выбора необходимого передаточного числа редуктора (режима работы ММ) на верхней части головки устанавливают две или три механические кнопки 7. Ствол 4 ММ вращается с постоянной частотой, в зависимости от настройки машинки. Сопла ММ 2 качающиеся в пределах  $\pm 90^\circ$  от горизонта или вращающиеся, и обычно имеют кинематическую связь с редуктором управляющей головки.

На рисунке 4 представлена структурная схема работы односопловой ММ.

Стационарная ММ посредством фланца 3 установлена на палубе. Моющая среда 12 после запорного органа входит в ММ. Жидкость проходит через гидравлическую турбину 13 и далее в ствол 1 к соплу 18. Гидравлическая турбина 13 приводит в действие ведущую шестерню 11. От шестерни 11 через коробку передач 10 вращение передается на ведомую шестерню 5, которая жестко закреплена на стволе 1. Таким образом, осуществляется вращение соплового аппарата 17 вокруг вертикальной оси. Внутри ствола 1, коаксиально ему, установлена штанга 2, на нижнем участке которой закреплена цилиндрическая зубчатая рейка 16. В зацеплении с зубчатой рейкой находится шестерня 15. С осью шестерни 15 жестко связан качающийся корпус 17 соплового аппарата и собственно сопло 18. С помощью рейки 16 устанавливается начальное положение сопла 18 и регулируется его скорость разворота. Начальный угол атаки соплового аппарата устанавливается вручную посредством винта 8. Возвратно-качательное движение сопла осуществляется специальным винтом 4 с бесконечной нарезкой (подобное конструктивное решение реализовано в механических канатоукладчиках судовых лебедок с SWL более 10 т). Требуемое передаточное отношение коробки передач 10, а следовательно, и частоту вращения ствола обеспечивают механические кнопки 7 и 8. Для коаксиального расположения штанги 1 зубчатой рейки 16, специального винта 4 вдоль штанги на ее поверхности установлены дистанционные штифты (на рисунке не показаны).

Конструкции ММ последних лет имеют ряд особенностей, соответствующих современному состоянию науки и техники: наличие безконтактной магнитной муфты между турбиной и приводом, что не допускает проскальзывания при гидравлических ударах или резких скачках давления; наличие керамических подшипников в узлах трения скольжения; возможность регулирования скорости во время работы; отсутствие проскальзывания, в т.ч. при пуске машинки; оптимизированная конструкция гидравлической турбины, обеспечивающая максимальную передачу мощности.



1 – вращающийся ствол; 2 – штанга; 3 – упорный фланец; 4 – специальный винт; 5 – приводная шестерня; 6 – управляющая головка; 7, 9 – кнопки задания режима работы коробки передач; 8 – винт задания начального положения сопла; 10 – коробка передач; 11 – ведущая шестерня; 12 – подвод моющей среды к ММ; 13 – гидравлическая турбина; 14 – настройка частоты вращения турбины; 15 – приводная шестерня качающегося соплового аппарата; 16 – зубчатая рейка; 17 – сопловой аппарат; 18 – сопло

Рисунок 4 – Схема работы односопловой ММ

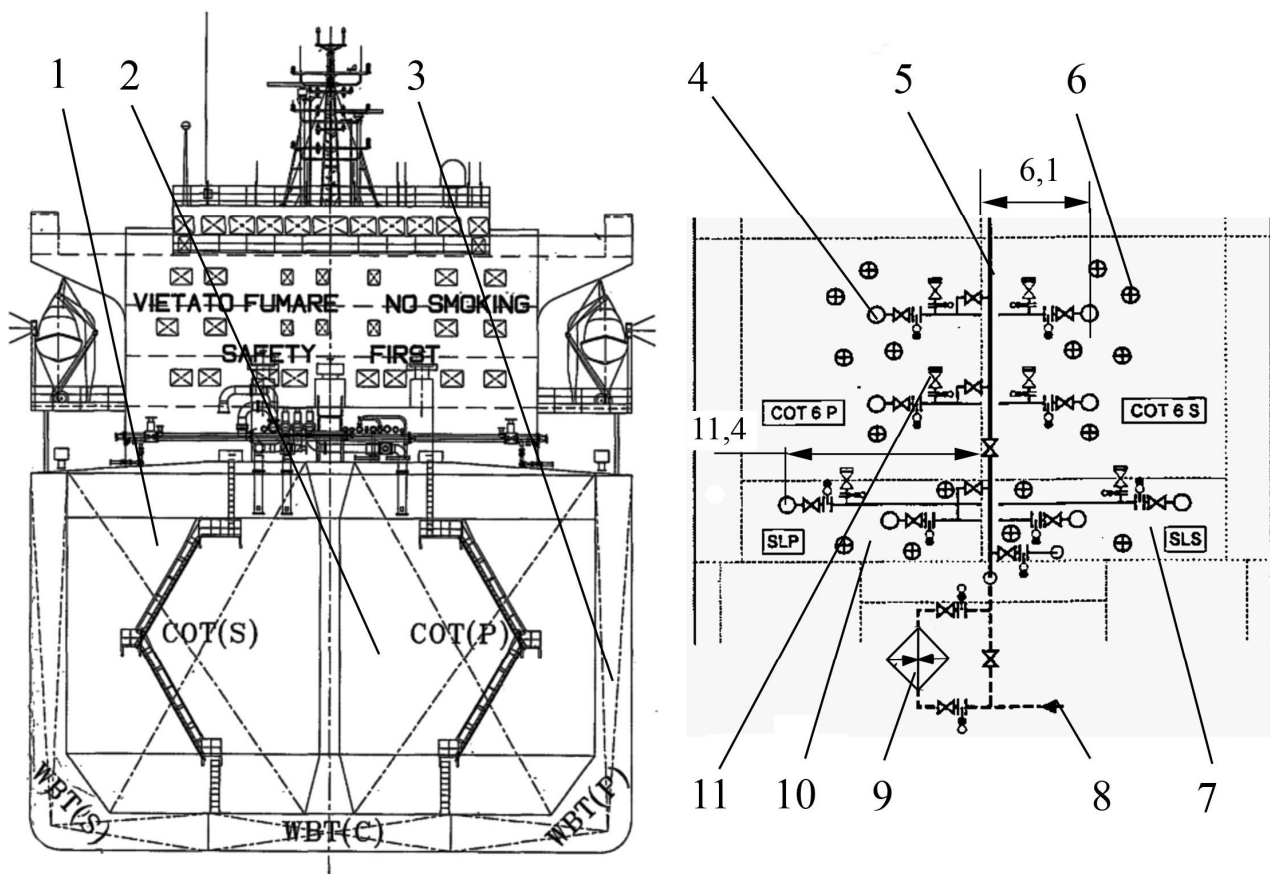
#### 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МОЙКИ ГРУЗОВОГО ТАНКА

Среди важных технологических параметров мойки танков можно выделить объемы моечной среды, а следовательно, вместимость отстойных танков; длительность отстаивания откачанной из танков моющей среды; длительность непосредственно мойки танка моечными машинками и др.

Рассмотрим рассчитываемые искомые характеристики на примере танкера грузоплощадностью 72000 т. Судно имеет длину между перпендикулярами 218 м, ширину 32 м, высоту борта 20,2 м и среднюю осадку 12,5 м. Наливное судно имеет 12 грузовых (COT (P&S) – Cargo oil tank, правого и левого бортов) и 2 отстойных (SLOP TANK (P&S)) танков. Судно оснащено 3 паровыми турбинами, являющимися приводами грузовых насосов (каждый производительностью 2000 м<sup>3</sup>/ч); 2 балластных насоса с электроприводом производительность 1360 м<sup>3</sup>/ч.

Танки имеют следующие объемы (от носа в корму): COT1 (P&S) – 2×4823 м<sup>3</sup>; COT2 (P&S) – 2×6636 м<sup>3</sup>; COT3 (P&S) – 2×6795 м<sup>3</sup>; COT4 (P&S) – 2×6787 м<sup>3</sup>; COT5 (P&S) – 2×6795 м<sup>3</sup>; COT6 (P&S) – 2×6566 м<sup>3</sup>; SLOP TANK (P&S) – 2×1499 м<sup>3</sup>.

На рисунке 5 представлена форма танков на поперечном разрезе судна и схема размещения стационарных и переносных ММ на палубе.



1, 2 – грузовые танки правого и левого борта; 3 – балластный танк; 4 – стационарная ММ; 5 – трубопровод подачи моющей среды Ø200; 6 – люк заводки переносной ММ; 7, 10 – очистные танки левого и правого борта; 8 – подача моющей жидкости от насоса; 9 – подогреватель моющей жидкости; 11 – запорный орган подключения шланга к переносной ММ

Рисунок 5 – Схема расположения стационарных и переносных ММ

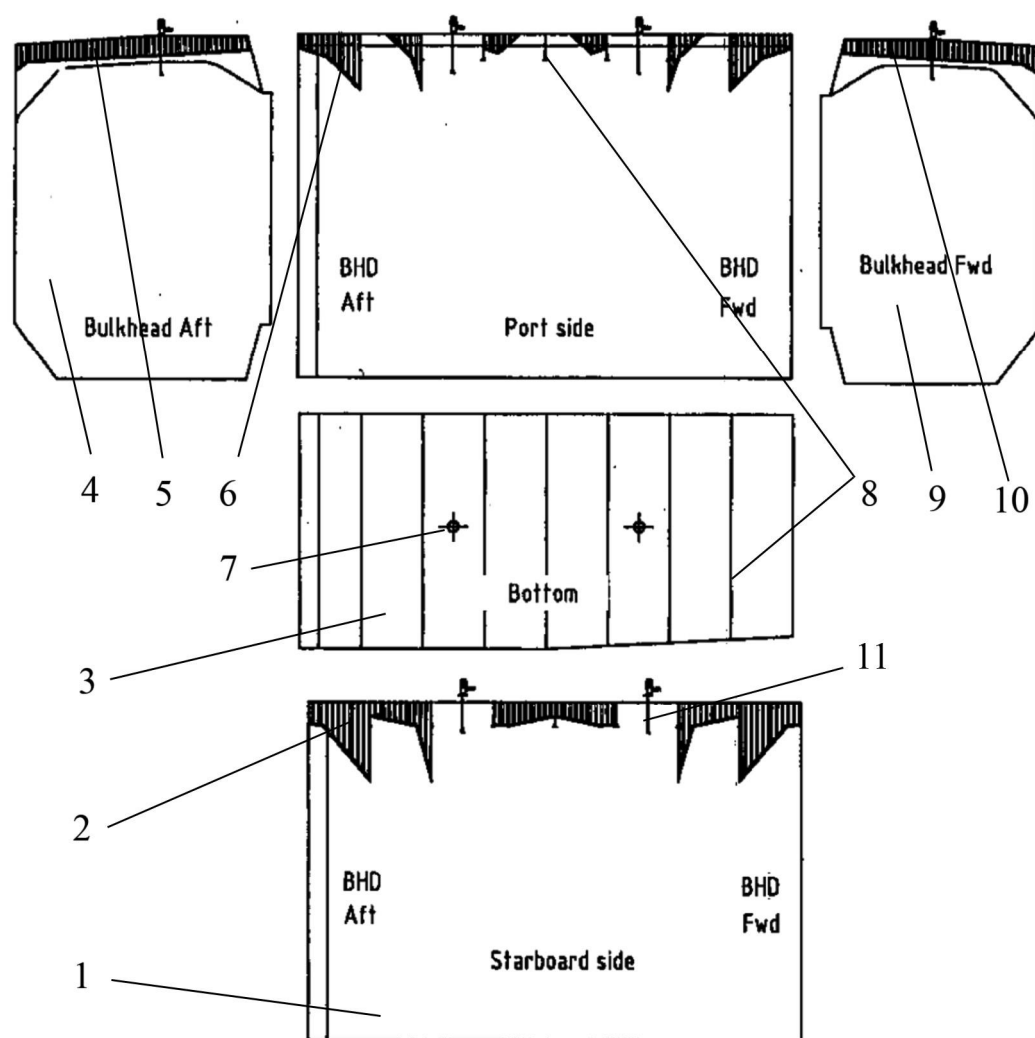
Моющая система состоит из 28 ММ, по две на каждый танк. ММ грузовых COT расположены симметрично в плане танков и относительно ДП на расстоянии 6,1 м относительно ДП. Вторые ММ SLOP танков отстоят от ДП на расстоянии 11,4 м.

Все ММ односопловые типа SC 30T производства Scanjet Clean AB (Швеция). Диаметр сопла – 20 мм. При давлении 0,9 МПа расход моющей жидкости около 40 м<sup>3</sup>/ч, эффективная длина струи 25,5 м. Средняя частота вращения ствола ММ 1,0 – 1,6 мин<sup>-1</sup>. ММ могут настраиваться на шаг изменения угла наклона сопла: 1,5°/об; 3,0°/об; 4,5°/об; 60°/об.

Одновременно может осуществляться мойка одного танка.

Ни рисунке 6 графически представлены зоны чистых поверхностей и «затененных» в результате мойки судна для СОТЗ.

Стандартная процедура мойки сырой нефтью состоит из двух этапов: мойка переборок (около 30 мин.) при частоте вращения ствола ММ – 1,5 мин<sup>-1</sup> с шагом разворота сопла 3°/об и углом разворота от 180° до 40°; мойка днища (около 20 мин.) при частоте вращения ствола ММ – 1,5 мин<sup>-1</sup> с шагом разворота сопла 3°/об и углом разворота в соответствии с формулой 40° – 0° – 40°.



1 – правая сторона; 2, 5, 6, 10 – «затененные» участки; 3 – потолок; 4 – кормовая переборка; 7, 11 – моющие машинки; 8 – элементы набора; 9 – носовая переборка

Рисунок 6 – Эпюры чистых поверхностей и «затененных» зон набора танка в процессе мойки

Стандартная процедура мойки водой предусматривает мойку (около 80 мин.) при частоте вращения ствола ММ –  $1,5 \text{ мин}^{-1}$  с шагом разворота сопла  $3^\circ/\text{об}$  и углом разворота в соответствии с формулой  $180^\circ - 0^\circ - 180^\circ$ .

Для высоковязкого груза применяется шаг разворота сопла  $1,5^\circ/\text{об}$ .

По чистым и «затененным» зонам горизонтальных и вертикальных поверхностей танков получены следующие показатели (таблица 3):

Таблица 3. Площади чистых и «затененных» зон в результате мойки

| Танк | Горизонтальные поверхности |            |     | Вертикальные поверхности |            |     |
|------|----------------------------|------------|-----|--------------------------|------------|-----|
|      | Чистые                     | Затененные | %   | Чистые                   | Затененные | %   |
| COT1 | 30,8                       | 0,0        | 0,0 | 673,1                    | 2,4        | 0,4 |
| COT2 | 266,0                      | 0,0        | 0,0 | 1472,6                   | 79,8       | 5,4 |
| COT3 | 349,0                      | 0,0        | 0,0 | 1497,0                   | 79,8       | 5,3 |
| COT4 | 344,1                      | 0,0        | 0,0 | 1496,0                   | 77,7       | 5,2 |
| COT5 | 250,5                      | 0,0        | 0,0 | 1333,3                   | 87,1       | 6,5 |
| COT6 | 250,5                      | 0,0        | 0,0 | 1333,3                   | 87,1       | 6,5 |

1. Количество промывочной воды, поступающей в отстойные танки определяется из выражения,  $Q, \text{ м}^3/\text{ч}$ :

$$Q = \frac{V}{T}, \quad (1)$$

где  $V$  – суммарная емкость отстойных танков,  $\text{м}^3$ ;  
 $T$  – продолжительность проточного отстоя, ч.

2. Суммарная емкость отстойных танков ( $\text{м}^3$ ) определяется из выражения:

$$V = k \cdot D, \quad (2)$$

где  $k$  – коэффициент, равный 0,02 для нефтеналивных судов, имеющих танки изолированного балласта или двойного дна; 0,03 – для остальных судов.

Продолжительность отстоя определяется в зависимости от дедвейта судна: если  $D=5000 \text{ т}$ , то время отстоя не менее 3 часов, если  $D$  – от 5000 до 50000 т не менее 4 часов и если дедвейт свыше 50000 т – не менее 6 часов.

3. Вместимость первой ступени отстойных танков определяется по формуле:

$$V_1 = 2,5 \cdot q \cdot F \cdot 0,001, \quad (3)$$

где  $q$  – количество нефтеостатков, отмываемое с  $1 \text{ м}^2$  площади поверхности танка,  $\text{кг}/\text{м}^2$ ;

$F$  – суммарная площадь внутренних поверхностей всех танков,  $\text{м}^2$ .

4. Расчет времени работы моечной машины;  $t$ , с выполняется из выражения (рисунок 7):

$$t = \frac{C \cdot B}{60 \cdot A}, \quad (4)$$

где  $C$  – угол разворота сопла за цикл, град;  
 $B$  – частота вращения ствола ММ,  $\text{с}/\text{об}$ ;  
 $A$  – шаг изменения угла разворота сопла,

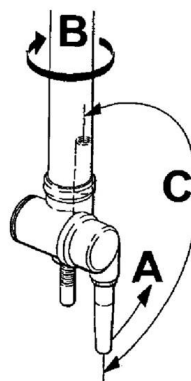


Рисунок 7 -  
К назначению  
парметров  
мойки

град/об.

Исходные данные для расчета принимают на основании таблицы 4 по последней цифре зачетки:

Таблица 4. Исходные данные для расчета

| Последняя цифра зачетки | Дедвейт судна | Количество нефте-<br>статков, отмывае-<br>мое с 1 м <sup>2</sup> площади<br>поверхности танка | Угол<br>разворо-<br>та сопла<br>за цикл | Частота<br>враще-<br>ния<br>ствола<br>ММ | Шаг изме-<br>нения угла<br>разворота<br>сопла |
|-------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Обозначение             | <i>D</i>      | <i>q</i>                                                                                      | <i>C</i>                                | <i>B</i>                                 | <i>A</i>                                      |
| Размерность             | т             | кг/м <sup>2</sup>                                                                             | град;                                   | с/об                                     | град/об                                       |
| 0                       | 7200          | 5                                                                                             | 120                                     | 40                                       | 1,5                                           |
| 1                       | 16800         | 6                                                                                             | 150                                     | 50                                       | 3,0                                           |
| 2                       | 24000         | 7                                                                                             | 180                                     | 60                                       | 4,5                                           |
| 3                       | 32000         | 8                                                                                             | 120                                     | 40                                       | 1,5                                           |
| 4                       | 42000         | 9                                                                                             | 150                                     | 50                                       | 3,0                                           |
| 5                       | 56000         | 10                                                                                            | 180                                     | 60                                       | 4,5                                           |
| 6                       | 64000         | 7                                                                                             | 120                                     | 40                                       | 1,5                                           |
| 7                       | 72000         | 8                                                                                             | 150                                     | 50                                       | 3,0                                           |
| 8                       | 86000         | 9                                                                                             | 180                                     | 60                                       | 4,5                                           |
| 9                       | 112000        | 10                                                                                            | 120                                     | 40                                       | 1,5                                           |

Порядок выполнения практического занятия: изучить настоящие указания по систем мойки танков нефтеналивного судна; изучить схемы работы ММ в соответствии с таблицами 2, 4 назначить ММ и рассчитать технологические параметры мойки танка; сделать выводы.

## 5. ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ

1. Отчет выполняется на листах формата А4.
2. Отчет должен содержать: название; цель работы; схему системы мойки танков; схему устройства и работу ММ; результаты расчета технологических параметров мойки танков; выводы.

## 6. ВОПРОСЫ К ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ

1. Указать назначение системы мойки танков наливного судна.
2. Описать конструкцию и принцип работы ММ.
3. Описать (по функциональной схеме) работу моечной системы.
4. Указать рабочие параметры ММ.
5. Описать работу моечной системы при использовании в качестве моющей среды заборную воду.
6. Описать работу моечной системы при использовании в качестве моющей среды сырую нефть.

8. Охарактеризовать параметры настройки моечных машинок.
9. Охарактеризовать процесс мойки танков наливных судов ММ.
10. Охарактеризовать процесс формирования «затененных» зон в результате мойки танка.
11. Охарактеризовать взаимосвязь характеристик ММ между собой.
12. Охарактеризовать понятие – эффективная длина струи ММ.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Правила классификации и постройки морских судов. Морской Регистр судоходства. – С-Пб.: Регистр России, 2010. – 843 с.
2. Геец В.М. Специальные системы наливных судов/ В.М. Геец. – Владивосток.: Мор.гос.ун-т, 2012 – 185 с.
3. Вахтанин Н.А. Организация безаварийной эксплуатации нефтяного танкера/ Н.А. Вахтанин. – Севастополь.: Рибэст, 2013. – 200 с.
4. Крыштын Л.К. Техническая эксплуатация танкера/ Л.К. Крыштын, О.И.Тимченко. – М.: Морской транспорт, 1980. – 208 с.
5. Плявин Н.И. Морские перевозки наливных грузов/ Н.И. Плявин, М.А.Шаповал, Ю.В. Васильев, А.Г. Казимиров. – Одесса.: Транспорт, 2000. – 297 с.
6. Кутыркин В.А. Очистка танкеров от остатков нефтепродуктов/ В.А. Кутыркин, М.Х. Садеков. – М.:Транспорт, 1987. – 63с.
7. Родионов Н.Н. Современные танкера/ Н.Н. Родионов. – Л.: Судостроение, 1980. – 284с.
8. РД 5067–87. Системы мойки танков наливных судов. Правила и нормы проектирования/ – М.:ММФ, 1987. – 52с.
9. Alfa Laval Tank Cleaning Equipment [Электронный ресурс].– Электрон. текстовые данные (2190811 bytes ). –Режим доступа: <http://www.alfalaval.com/industries/products-and-solutions/tank-equipment-and-cleaning/Pages/Tank-equipment-and-cleaning.aspx> Monday, 08 April 2013 16:07:02.
10. Оборудование и сервисные услуги для судостроительной отрасли [Электронный ресурс].– Электрон. текстовые данные (4329289 bytes ). –Режим доступа: <http://www.alfalaval.com/industries/products-and-solutions/tank-equipment-and-cleaning/Pages/Tank-equipment-and-cleaning.aspx> Sundy, 07 April 2013 19:41:02.
11. Pat. 1329507 United States of America, МПК<sup>7</sup> В 08 В 9/08 Tank cleaning mashine/ заявитель и патентообладатель Syrbon Corporation. – № 20207/71; заяв. 19.04.71; опубл. 12.09.73
12. Pat. 1546915 UK, МПК<sup>7</sup> В 08 В 9/08; F 16 Н 1/46 Improvements relating to a tank cleaning mashine/ Bernard Charles Egbert Pazzard, William Artur Smith / заявитель и патентообладатель Gamlen Chemical Company (UK) . – № 31101/76; заяв. 26.07.76; опубл. 31.05.79