629.12-
К 43

И. Л. КИРДАН

ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ В СУДОСТРОЕНИИ

Одобрено Ученым советом Государственного комитета по профессионально-техническому образованию при Госплане СССР в качестве учебного пособия для индивидуально-бригадного обучения рабочих на производстве

00/5/1998

БИБЛИОТЕКА
Новосибирского института
инженеров водного транспорта

ИЗДАТЕЛЬСТВО «СУДОСТРОЕНИЕ»
ЛЕНИНГРАД 1964

629.12-03+627.54

УДК 629.128 (075.6)

В книге описаны основные виды такелажных работ. Приводятся данные о материалах, изделиях и приспособлениях, применяемых при выполнении этих работ. Рассматриваются современное крановое оборудование заводов и способы рационального его использования.

Книга является учебным пособием для подготовки рабочих-такелажников судостроительных предприятий.

КИРДАН ИВАН ЛУКИЧ

ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ В СУДОСТРОЕНИИ

Темплан 1964 г. № 20

Рецензенты: инж. *Д. П. Уколов*, инж. *С. И. Ухин*

Научные редакторы: *Ю. В. Горянский*, *Д. П. Уколов*. Редактор *Л. А. Турандина*

Технический редактор *А. И. Конторович*. Корректоры *А. Ф. Андрианова* и *Э. В. Краснова*. Переплет художника *Е. И. Васильева*

Сдано в набор 22/VI 1964 г. М-41993. Подписано к печати 25/IX 1964 г.

Формат бумаги 60×90/16. Печ. л. 19. Уч.-изд. л. 19,9

Изд. № 1286-62. Тираж 4500 экз. Цена 85 коп. Заказ № 1925

Издательство «Судостроение», Ленинград, Д-65, ул. Гоголя, 8

Ленинградская типография № 6 Главполиграфпрома
Государственного комитета Совета Министров СССР по печати.
Ленинград, ул. Моисеенко, 10

ОГЛАВЛЕНИЕ

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СУДАХ, СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАВОДАХ И ТАКЕЛАЖНЫХ ЦЕХАХ

Глава I. Краткие сведения о судах и их устройстве 5
§ 1. Корпус судна . . . . . —
§ 2. Внутреннее оборудование, устройства и системы судна 13
Глава II. Характеристика судостроительного завода 25
§ 3. Профиль судостроительных предприятий . . . . . —
§ 4. Стапели . . . . . —
§ 5. Крановое оборудование 34
Глава III. Такелажный цех судостроительного завода 44
§ 6. Общие сведения о такелажном цехе . . . . . —
§ 7. Структура такелажного цеха . . . . . —
§ 8. Оборудование такелажного цеха 46

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

КАНАТНО-ВЕРЕВОЧНЫЕ ИЗДЕЛИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СУДОСТРОЕНИИ, И ТЕХНОЛОГИЯ ТАКЕЛАЖНЫХ РАБОТ

Глава IV. Тросы 61
§ 9. Растительные тросы . . . . . —
§ 10. Стальные тросы 71
§ 11. Тросы комбинированные и из синтетических волокон 86
Глава V. Такелажные изделия, применяемые в судостроении 88
§ 12. Такелажные цепи . . . . . —
§ 13. Такелажные скобы 91
§ 14. Коуши 92
§ 15. Винтовые талрепы 93
§ 16. Гаки 94
§ 17. Рымы 95
§ 18. Обухи 96
§ 19. Блоки . . . . . —
Глава VI. Основные такелажные работы с тросами 101
§ 20. Вязание морских узлов . . . . . —
§ 21. Наложение марок, бензелей и найтовов 107
§ 22. Сплесни 109
§ 23. Изготовление огонов 114
§ 24. Тренцевание и клетневание 118
§ 25. Вязание кнопов и мусингов 119
§ 26. Плетение матов 121
§ 27. Разные такелажные работы 126

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

ПОДЪЕМ И ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ТЯЖЕСТЕЙ

Глава VII. Подъемные механизмы и их такелаж 132
§ 28. Гордени, тали и гини . . . . . —
§ 29. Механические тали 142
§ 30. Лебедки и шпили 145
§ 31. Домкраты и клинья 148
§ 32. Краны 151
§ 33. Грузозахватные устройства кранов 171
§ 34. Грузозахватные приспособления 175
§ 35. Стропы и способы подвешивания грузов 189
§ 36. Элементарные расчеты при подвешивании и подъеме грузов 190
§ 37. Спаренная работа кранов 197

РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ПОСТРОЙКЕ СУДНА

Глава VIII. Особенности технологии постройки корпуса судна . . . 205
§ 38. Роль и значение стапельных работ . . . . . —
§ 39. Стапельная сборка корпусов стальных судов 206
Глава IX. Такелажные работы в предстапельный период 214
§ 40. Изготовление секций в цехе . . . . . —
§ 41. Подготовка стапельного места 224
Глава X. Такелажные работы на стапеле при сборке корпуса судна 228
§ 42. Установка готовых секций корпуса . . . . . —
§ 43. Установка днищевых секций и переборок 231
§ 44. Установка бортовых секций 233
§ 45. Установка легких переборок и выгородок 245
§ 46. Установка фундаментов . . . . . —
§ 47. Установка палубных секций 237
§ 48. Установка секций оконечностей . . . . . —
§ 49. Установка кронштейнов гребных валов и мортир . . . . . —
§ 50. Особенности установки блоков корпуса, надстроек и отдельных конструкций на корпусе 241
§ 51. Приспуск блока оконечности корпуса судна 242
§ 52. Такелажные работы при установке дейдвудных труб, гребных валов, винтов и рулей 244
Глава XI. Спуск судов на воду 250
§ 53. Основные способы спуска судов . . . . . —
§ 54. Такелажные работы по подготовке к спуску и при спуске судов на воду 262

РАЗДЕЛ ПЯТЫЙ

ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ДОСТРОЙКЕ СУДНА

Глава XII. Работы по погрузкам и обслуживанию судна в достройке 265
§ 55. Обязанности рабочих такелажного цеха . . . . . —
§ 56. Оборудование достроечных бассейнов 266
§ 57. Работы такелажного цеха по сохранению судов в достройке 270
§ 58. Освобождение судна от спускового устройства 275
§ 59. Погрузка и установка на судно агрегатов и конструкций . . . 277
Глава XIII. Такелажные работы по вооружению судна 284
§ 60. Работы по рангоуту и такелажу . . . . . —
§ 61. Работы по судовым устройствам 286
Глава XIV. Такелажные работы при испытаниях судна 293
§ 62. Назначение испытаний и порядок их проведения . . . . . —
§ 63. Швартовные испытания и участие в них такелажного цеха . . . —
§ 64. Опытное кренование судна 300
§ 65. Ходовые испытания и участие в них такелажного цеха . . . 301

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СУДАХ, СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАВОДАХ И ТАКЕЛАЖНЫХ ЦЕХАХ

ГЛАВА I

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О СУДАХ И ИХ УСТРОЙСТВЕ

§ 1. КОРПУС СУДНА

Классификация судов. Все суда делят на две большие группы — суда гражданского и военного флота — и различают по следующим характерным признакам:

а) материалу корпуса — стальные, из алюминиевых сплавов, деревянные, композитные, железобетонные, из пластмасс и т. д.;

б) роду движителя — винтовые, колесные, парусные, со специальными движителями (крыльчатыми, водометными и т. д.), весельные и т. д.;

в) типу главного двигателя — пароходы, турбоходы, теплоходы, электроходы (турбоэлектроходы и дизель-электроходы), атомоходы, гребные суда и т. д.;

г) району плавания — океанские, морские, прибрежного плавания, рейдовые, плавающие в портовых водах, речные, озерные, смешанного плавания (морские и речные) и т. д.;

Суда гражданского флота по своему назначению и характеру выполняемой работы разделяются на следующие классы и типы.

1. Транспортные суда:

а) пассажирские, грузо-пассажирские и т. д.;

б) грузовые сухогрузные — для генеральных (штучных) грузов, углевозы, зерновозы, лесовозы, рудовозы, рефрижераторные суда, цементовозы и т. д.;

в) наливные грузовые (танкеры) — нефтевозы, бензиновозы, газовозы (для перевозки сжиженных газов), суда для перевозки вина и т. д.

2. Промысловые суда:

а) китобойные базы, китобойные суда и т. д.;

б) рыболовные — траулеры, дрифтеры, сейнеры, краболовные суда, краболовные базы, сельдяные базы, тунцеловные суда, зверобойные и т. д.

3. Суда технического флота — землечерпательные снаряды, землесосы, грунтоотвозные шаланды, кабельные суда, плавучие доки, плавучие мастерские, плавучие краны и т. д.

4. Служебные суда и суда специального назначения — ледоколы, пожарные, спасательные, учебные, буксирные, гидрографические, лоцманские, лоцмейстерские, служебно-разъездные, научно-исследовательские, дебаркадеры, плавучие склады, брандвахты, плавучие маяки, водолазные боты, санитарные суда (плавучие госпитали, санатории, дома отдыха) и т. д.

5. Спортивные суда — гребные (байдарки, гички, ялы, каноэ и т. д.); парусные (яхты, швертботы и т. д.); водно-моторные (скутеры и т. д.).

В устройстве судов гражданского, а также военного надводного и подводного флота можно отметить ряд общих черт, которые и следует рассмотреть в первую очередь. Общее наблюдается прежде всего в форме корпуса судна (рис. 1, *а*, *б*). Наружная оболочка корпуса судна в подводной части и несколько выше ее должна быть непроницаема для забортной воды, что обеспечит необходимую плавучесть судна и безопасность плавания.

Корпуса судов изготовляют в основном из прокатной конструкционной стали (листовой и профильной). Отдельные части корпуса судна выполняют литыми (стальное литье). Для прочности, коррозионной стойкости, хорошей свариваемости и обрабатываемости судостроительной стали в нее вводят присадки (хром, никель, молибден, медь и т. д.). В обычной же конструкционной судостроительной стали кроме железа (более 99%) и углерода (около 0,5%) содержатся лишь очень небольшие количества марганца и кремния. Вредными примесями, допускаемыми в сталях в самых незначительных количествах, являются фосфор и сера.

В последние годы широкое распространение получило стальное судостроение. Деревянные и композитные суда, а также суда железобетонные, дюралевые, из стеклопластика и других новых материалов пока что весьма немногочисленны по сравнению со стальными судами. Проводятся изыскания в области получения прочных, устойчивых и экономически выгодных материалов для корпусов судов и надстроек.

Корпус судна. Для того чтобы придать корпусу судна надлежащую форму, стальные листы и профильный прокат подвергают холодной гибке; нагревание их производится только в тех случаях, когда нужно получить детали очень сложной кривизны (это относится главным образом к оконечностям судна, а также к районам перехода днища в борта). Затем листы и профильный

Рис. 1. Общая схема корпуса судна: *а* — общий вид корпуса и надстройки.

1 — бак; *2* — средняя надстройка; *3* — ют, рубки; *4* — на средней надстройке; *5* — на юте; *6* — штурманская; *7* — верхняя палуба; *8* — вторая палуба; *9* — поперечная переборка; *10* — форпиковая переборка; *11* — ахтерпиковая переборка; *12* — трюм; *13* — междупалубные помещения (твиндек); *14* — коридор гребного вала; *15* — комингсы грузовых люков; *16* — фальшборт; *17* — дейдвудная труба; *18* — ахтерштевень; *19* — настил внутреннего (второго) дна; *20* — козырек; *21* — форпик; *22* — ахтерпик; *23* — дымовая труба; *24* — световой люк машинной шахты; *25* — кормовой подзор.

б — сечения в плоскостях мидель-шпангоута и диаметральной.

1 — днище; *2* — скула; *3* — борт; *4* — палуба; *5* — диаметральная плоскость (Д. П.); *6* — линия киля; *7* — форштевень; *8* — ахтерштевень; *9* — плоскость миделя; *10* — седловатость палубы; *11* — поперечная погибь палубы; *12* — грузовая ватерлиния; *13* — легкая ватерлиния; *14* — средняя осадка; *15* — высота борта; *16* — надводный борт; *17* — длина между перпендикулярами; *18* — наибольшая (габаритная) длина; *19* — наибольшая ширина; *20* — кормовой подзор; *21* — второе дно; *22* — междудонное пространство (междудонные отсеки); *23* — переборки; *24* — таранная переборка; *25* — ахтерпиковая переборка; *26* — междупалубное пространство (твиндек); *27* — трюм; *28* — форпик; *29* — ахтерпик; *30* — машинное отделение; *31* — бункер (для жидкого топлива); *32* — коффердам; *33* — туннель; *34* — цепной ящик; *35* — рецесс; *36* — платформа; *37* — коффердам между отсеками в двойном дне; *38* — руль; *39* — гребной винт; *40* — вырез для гребного винта; *41* — крайний междудонный лист, образующий бортовое льяло; *42* — транцевая переборка.

прокат соединяют в одно целое с помощью электросварки, полностью заменившей клепку.

Наружная обшивка современных судов состоит из отдельных листов, располагаемых обычно вдоль судна в виде «поясов». Секции и блоки корпуса судна образуются из узлов (несколько отдельных деталей, сваренных между собой).

Стальные листы, соединенные между собой водонепроницаемыми сварными швами, образуют наружную обшивку корпуса, настил палуб и переборки. Днище судна обычно делается двойным, т. е. внутри корпуса на небольшой высоте от наружной обшивки днища располагается непроницаемый настил второго дна. В некоторых случаях аналогично может устраиваться и двойной борт.

Рис. 2. Профильные балки: *а* — простая прокатная (полособульб); *б* — составная сварная (из полосовой стали).

Переборки внутри корпуса судна могут быть продольными и поперечными. Переборки поперечные необходимы на всяком судне для его безопасности и прочности корпуса. Продольные же переборки имеются, как правило, на танкерах, рудовозах и крупных военных кораблях.

Путем установки переборок корпус судна делится на отдельные изолированные отсеки. Крайний носовой отсек называется форпиком, а кормовой — ахтерпиком.

Чтобы обеспечить необходимую прочность судна, листы, из которых изготовляется корпус, нужно подкреплять жесткими ребрами, образующими в совокупности набор корпуса или набор его части (днища, палубы и т. д.). Балки, входящие в состав набора корпуса, привариваются к листам обычно прерывистым электросварным швом и часто изготовляются составными (рис. 2, *а*, *б*).

Таким образом, в корпусе судна, состоящем из листов и балок набора, создаются прочные и жесткие пространственные конструктивные части. Если каждую из таких частей рассматривать отдельно, то весь корпус окажется состоящим из отдельных секций и блоков.

В состав корпуса входят также надстройки и рубки, находящиеся выше верхней палубы (см. рис. 1). Надстройки в конструктивном отношении связаны в одно целое с корпусом, так как их боковые стенки переходят непосредственно в борта судна. Рубки и надстройки на верхней палубе, имеющие более легкую конструкцию, изготовляются более обособленно. Следует иметь в виду, что у некоторых типов судов (например, пассажирских) надстройки и рубки могут иметь большую протяженность.

Самыми крайними конструктивными элементами в оконечностях корпуса судна являются форштевень и ахтер-

штевень соответственно в носовой и кормовой частях (см. рис. 1). Раньше их изготовляли в виде мощных фасонных стальных литых балок; теперь чаще всего их делают из толстой листовой стали и сварными — в виде конструктивного звена, входящего в состав оконечности судна.

Набор корпуса судна обеспечивает прочность и жесткость тех конструктивных частей корпуса, с которыми связано выполнение такелажных работ при постройке судна. Под набором корпуса понимают совокупность балок, служащих для подкрепления наружной обшивки. Различают набор днища, бортов, палуб и переборок. Существует три системы набора корпуса: поперечная, продольная и продольно-поперечная (смешанная).

Совокупность обшивки и набора составляет основные связи корпуса (продольные и поперечные).

К продольным связям относят обшивку корпуса, настилы палуб, платформ и второго дна, продольные переборки, все продольные днищевые, бортовые и подпалубные балки. К поперечным связям относят обшивку корпуса, настилы, поперечные переборки и все поперечные балки (шпангоуты, флоры, бимсы).

Если в одном направлении преобладают простые профильные часто расположенные балки, то в другом направлении устанавливается значительно меньшее число (обычно составных) балок, расположенных на больших расстояниях одна от другой (рис. 3).

Особенно прочным должно быть днище судна. Именно в этом отношении характерна конструкция двойного дна. Во всю высоту двойного дна располагают балки поперечного набора (флоры), а вдоль днища устанавливают днищевые стрингеры, из которых средний по ширине судна носит название внутреннего вертикального киля (на малых судах — килевые балки). Если флоры расставлены редко, в наборе днища преобладают простые продольные балки (профильные), устанавливаемые внутри двойного дна по наружной обшивке и под настилом второго дна (рис. 4).

Постановкой водонепроницаемых флоров междудонное пространство разделяют на отдельные отсеки — цистерны, используемые для хранения водяного балласта, жидкого топлива, смазочного масла или пресной воды.

Бортовой набор (рис. 5) состоит, как правило, из трюмных и междупалубных шпангоутов. В районе некоторых трюмных отсеков по борту на значительном расстоянии один от другого ставят бортовые стрингеры, обычно в виде составных балок. Отдельные шпангоуты могут быть также составного усиленного профиля и редко расставлены (рамные шпангоуты).

Под настилом палубы располагаются бимсы (поперечные профильные балки) и карлингсы (редко расставленные продольные подпалубные балки). Редко расставленные усиленные составные бимсы носят название рамных бимсов. Часто набор палубы составляется из рамных бимсов и большого количества продольных балок

Рис. 3. Балки набора, входящие в состав плоской секции корпуса судна.

Рис. 4. Днищевая объемная секция с двойным дном.

1 — флоры; *2* — продольные балки (днищевые стрингеры); *3* — угольники; *4* — наружная днищевая обшивка; *5* — настил второго дна.

Рис. 5. Бортовая секция.

1 — шпангоуты; *2* — рамный шпангоут; *3* — бортовые стрингеры.

простого профиля. Палуба поддерживается редко расставленными вертикальными стойками, называемыми пиллерсами, которые обычно имеют круглое трубчатое сечение и ставятся в местах пересечения рамных бимсов и карлингсов.

Конструкции оконечностей корпуса. Носовая и кормовая оконечности имеют обычно более сложную форму и в период постройки судна изготовляются, как правило, в виде отдельных блоков и секций. В наборе преобладают часто расположенные шпангоуты, переходящие внизу во флоры (двойное дно всегда отсутствует),

Рис. 6. Схемы валопроводов: *а* — двухвинтового судна; *б* — одновинтового судна.

1 — гребной винт; *2* — кронштейн гребного вала; *3* — гребной вал; *4* — дейдвудная труба; *5* — глухая муфта; *6* — переборочный сальник; *7* — опорный подшипник; *8* — промежуточный вал; *9* — монтажный подшипник; *10* — упорный подшипник; *11* — упорный вал; *12* — главный двигатель.

а вверху скрепляемые с часто расположенными бимсами. По бортам устанавливаются стрингеры, а под палубой — карлингсы.

Носовая оконечность, или носовая часть, судна заканчивается форштевнем (передней частью набора корпуса), служащим продолжением киля. Форштевень может быть массивным литым, кованым или сварным.

В кормовой оконечности расположены выходы гребных валов, а на ахтерштевне (литом, сварном или кованом) навешивается руль. В конструкции выходов гребных валов большое значение имеет дейдвудная труба (см. рис. 1), через которую наружу выходит конец гребного вала. В этом случае требуется обеспечить водонепроницаемый выход вала.

На конец вала насаживается гребной винт. Если на судне имеется два и более гребных валов, то к наружной обшивке крепятся литые стальные части, называемые мортирами и кронштейнами, которые обеспечивают выход наружу боковых гребных валов (рис. 6, *а*, *б*).

Ахтерштевень должен иметь конструкцию, позволяющую навесить руль судна. Форма и конструкция рулей зависят от конструкции кормовой оконечности судна (рис. 7, *а*, *б*, *в*, *г*). С точки

зрения выполнения такелажных работ по навешиванию обыкновенного руля большое значение имеют число и расположение петель для руля у ахтерштевня, а также конструкция соединения оси руля (рудерписа) с верхней частью (баллером руля). Рули полубалансирные и балансирные, а в особенности рули обтекаемые, отличаются по способу их навешивания.

В состав корпуса судна входят также выгородки и фундаменты под механизмы. Выгородками называются вертикальные стенки, образующие небольшие помещения внутри судового корпуса и

Рис. 7. Типы рулей: *а* — обыкновенный (простой); *б* — полубалансирный; *в* — балансирный (подвесной); *г* — балансирный.

1 — конструкция корпуса; *2* — палубный стакан; *3* — гельмпортовая труба; *4* — пятка руля; *5* — перо руля; *6* — фланцевое соединение (горизонтальное); *7* — баллер руля; *8* — голова руля.

в надстройках. Фундаментами называются конструкции для установки и крепления котлов, главных машин, вспомогательных механизмов, вентиляторов и т. д.

К дельным вещам в составе корпуса судна относятся водонепроницаемые и легкие двери, крышки горловин, трапы, иллюминаторы, скобы, задрайки, обухи, рымы и т. д.

Конструкция судового корпуса в зависимости от размеров судна и его назначения получает форму, наиболее отвечающую всем требованиям теории и практики судостроения, а также особым условиям эксплуатации морских судов. Суда при заданных эксплуатационных характеристиках должны обладать рядом навигационных качеств. Под эксплуатационными характеристиками понимаются грузоподъемность, грузовместимость (или пассажировместимость), энерговооруженность, скорость хода, маневренность, дальность плавания, автономность, прочность и обитаемость.

К навигационным качествам относятся плавучесть, остойчивость, непотопляемость, ходкость и управляемость.

Обтекаемая форма судового корпуса применяется в связи с необходимостью уменьшения сопротивления при движении судна

и достижения заданной скорости. Высокие скорости хода современных морских судов обеспечиваются не только выбором наиболее рациональной формы корпуса, но также прочностью, меньшим весом корпуса и т. д.

Проектирование судов и наблюдение за постройкой. Вопросами проектирования судов морского флота занимаются специальные научно-исследовательские и проектные организации. Проекты предназначенных к постройке судов со всей необходимой технической документацией поступают на судостроительные заводы.

Постройка гражданских судов ведется под наблюдением органа государственного надзора — Регистра СССР. Правила и нормы, издаваемые Регистром СССР, содержат условия классификации морских судов, методы надзора за плавающими судами, имеющими класс Регистра СССР, нормы расчетов их прочности, плавучести, остойчивости и непотопляемости.

При постройке судна на класс Регистра СССР за его проектированием, постройкой и эксплуатацией наблюдают специальные представители Регистра СССР, находящиеся непосредственно на судостроительном заводе — инспекторы Регистра СССР.

§ 2. ВНУТРЕННЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ, УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ СУДНА

Внутреннее оборудование судна зависит от типа судна и его назначения.

Общее расположение помещений на судне обусловливается наиболее удобным и рациональным распределением служебных и бытовых помещений. Обычно оборудуются следующие помещения: грузовые трюмы (сухогрузные, наливные, рефрижераторные); отсеки двойного дна и балластные отсеки; жилые помещения для пассажиров и экипажа; санитарные и медицинские помещения; помещения для приготовления и приема пищи; ряд служебных помещений различного назначения и т. д. Наиболее важным является машинно-котельное отделение, которое располагается в средней части судна, но чаще — в корме.

Механическое оборудование современных морских судов представляет собой довольно большой комплекс сложных силовых установок и механизмов вспомогательного назначения. На судах еще встречаются в качестве главных двигателей паровые поршневые машины, но они все чаще заменяются паровыми турбинами (начато применение газовых турбин). В последнее время основным двигателем на морских судах является дизель. На некоторых судах применяется электродвижение с первичными двигателями (турбинами или дизелями), приводящими в действие генераторы электрического тока, от которых получают питание электромоторы, являющиеся гребными двигателями. На смену цилиндри-

ческим огнетрубным котлам шотландского типа пришли водотрубные котлы с высокими параметрами пара. Большие перспективы развития получают атомные судовые силовые установки, у которых в качестве источника тепловой энергии используется атомный реактор.

Суда оборудуются общесудовыми и специальными устройствами, а также системами (трубопроводы и необходимые трюмные механизмы). Кроме того, каждое судно должно иметь свой рангоут и такелаж.

На современных судах от времен парусного вооружения сохранился рангоут в виде одной, двух и более мачт; хотя сам рангоут за последнее время претерпел существенные изменения, однако многие его элементы продолжают сохраняться. То же можно сказать и о такелаже современных судов.

По своему назначению и конструктивному оформлению рангоут судна подразделяется на следующие группы:

а) мачты одиночные со стоячим такелажем;

б) мачты П-образной формы, называемые парными, или портальными;

в) мачты безвантовые, выполняемые обычно в виде мачт одиночных (консольных), двуногих (П-образных) и треногих. На рис. 8, *а*, *б*, *в*, *г* показаны наиболее часто встречающиеся типы этих мачт. Мачты парусного судна со стоячим такелажем показаны на рис. 9.

Грузовые устройства состоят из грузовых стрел, монтируемых на мачтах, и грузовых лебедок; они должны обеспечивать эффективную работу по погрузке и разгрузке судна, в особенности в портах, где береговые перегрузочные средства отсутствуют. Размещаются устройства на открытых верхних палубах. При сильно развитых грузовых устройствах стрелы устанавливаются не только на мачтах, но и на фронтальных переборках и промежуточных специальных полумачтах, или вентиляционных колоннах, и т. д.

Грузовые стрелы работают только в определенном положении, которое обеспечивается соответствующим такелажем (топенант и оттяжки). Нижняя часть стрелы, укрепляемая на мачте или на палубе возле мачты в специальном башмаке с помощью штыря, называется шпором, верхняя же часть стрелы, на которой подвешивается грузовой блок, — ноком. На нок надевается бугель, имеющий проушины для закрепления топенанта и подвешивания грузового блока, а также две боковые проушины для закрепления оттяжек, используемые для вываливания стрелы за борт и ее установки в требуемое положение.

На рис. 10 показано грузовое устройство со стрелами, установленными на парных мачтах. Такие мачты применяются для получения большого вылета стрел, они состоят из двух полумачт, соединяющего мостика и стеньги, расположенной на мостике и

Рис. 8. Типы мачт: *а* — одиночная грузовая с вантами; *б* — П-образная; *в* — Л-образная безвантовая; *г* — сигнальная.

1 — мачта (полумачта, нога мачты); *2* — стеньга; *3* — салинг; *4* — ванты; *5* — стеньванты; *6* — фордуны; *7* — башмаки для крепления грузовых стрел; *8* — клотик; *9* — траверза (мостик); *10* — топенанты сигнального рея; *11* — топенанты антенного рея; *12* — сигнальные фалы.

Рис. 9. Рангоут и такелаж трехмачтовой баркентины.

1 — фок-мачта; *2* — фор-стеньга; *3* — фор-брам-стеньга; *4* — фор-бом-брам-стеньга; *5* — грот-мачта; *6* — грот-стеньга; *7* — грот-брам-стеньга; *8* — бизань-мачта; *9* — крюйс-стеньга; *10* — крюйс-брам-стеньга; *11* — бушприт; *12* — утлегарь; *13* — мартин-гик; *14* — фока-рей; *15* — нижний фор-марса-рей; *16* — верхний фор-марса-рей; *17* — фор-брам-рей; *18* — фор-бом-брам-рей; *19* — грота-гик; *20* — грота-гафель; *21* — бизань-гик; *22* — бизань-гафель; *23* — флагштоки; *24* — клотики; *25* — ватер-штаг; *26* — утлегарь-штаг; *27* — мартин-штаг; *28* — ватер-бакштаги; *29* — утлегарь-бакштаги; *30* — фока-штаг; *31* — фор-стень-штаг; *32* — кливер-леер; *33* — фор-брам-штаг; *34* — фор-бом-брам-штаг; *35* — фока-ванты; *36* — фор-стень-ванты; *37* — фор-стень-фордуны; *38* — фор-брам-ванты; *39* — фор-брам-фордуны; *40* — фор-бом-брам-фордуны; *41* — грота-штаг; *42* — грот-стень-штаг; *43* — грот-брам-штаг; *44* — грота-ванты; *45* — грот-стень-ванты; *46* — грот-стень-фордуны; *47* — грот-брам-фордуны; *48* — грот-брам-топ-штаг (грот-брам-штаг-карнак); *49* — грот-брам-контр-штаг (грот-брам-ахтер-штаг); *50* — бизань-ванты; *51* — крюйс-стень-ванты; *52* — крюйс-стень-фордуны; *53* — крюйс-брам-фордуны; *54* — крюйс-брам-топ-штаг (крюйс-брам-штаг-карнак); *55* — бизань-штаг; *56* — вант-путенсы.

15/998

Рис. 10. Общий вид смонтированного на парных мачтах грузового устройства транспортного судна.

1 — клотик; *2* — флагшток; *3* — бугель; *4* — стеньга; *5* — электрический и масляный топовый фонарь; *6* — фордуны; *7* — обух; *8* — башмак; *9* — штаг; *10* — ванта; *11* — талреп; *12* — скоба; *13* — башмак; *14* — топенант-тали; *15* — топенант-гини; *16* — нок стрелы; *17* — направляющие блоки; *18* — легкая грузовая стрела; *19* — тяжеловесная грузовая стрела; *20* — грузовой шкентель; *21* — шпор тяжеловесной стрелы; *22* — грузовой гак; *23* — грузовая скоба тяжеловесной стрелы; *24* — стойка (кронштейн) походного крепления стрел; *25* — канифас-блок; *26* — легкая и тяжеловесная стрелы в походном положении; *27* — мантыль; *28* — тали оттяжек; *29* — лопарь оттяжки тяжеловесной стрелы; *30* — форстень-штаг; *31* — топенант (топрик) сигнального рея; *32* — сигнальный рей; *33* — направляющие (струны) топового аварийного фонаря; *34* — сигнальные фалы; *35* — врезной шкив в грузовой стреле; *36* — парные мачты (полумачты); *37* — шкентель-гини; *38* — вертлюжный грузовой блок; *39* — мантыль; *40* — грузовые лебедки; *41* — фундамент тяжеловесной грузовой стрелы; *42* — комингс грузового люка.

БИБЛИОТЕКА

находящейся вместе с установленным на стеньге сигнальным устройством (в диаметральной плоскости).

Рулевое устройство предназначено для управления судном и его маневрирования и состоит из руля, рулевого привода и рулевой машины. Между рулевой машиной и мостиком, с которого ведется управление судном, имеется механическая связь. На современных больших судах рулевое устройство представляет собой очень сложное оборудование, на средних и малых судах оно значительно проще (рис. 11).

Рис. 11. Простейшая схема рулевого устройства.

1 — штуртросовый привод от штурвала к рулевой машине; *2* — штуртросовый привод от рулевой машины к рулю; *3* — румпель-сектор на голове баллера руля; *4* — баллер руля; *5* — руль.

Якорное устройство, является наиболее ответственным судовым устройством, применяется для безопасной якорной стоянки судов на рейдах, при швартовке, а также как средство для удержания судна на месте при потере управления. Но следует иметь в виду, что стоять на якоре в плохую погоду можно только на определенной глубине, если имеется защита от непосредственного действия волн (например, остров, коса и т. д.). В качестве маневренного средства якорное устройство применяют, например, при разворачивании судна в тесном месте или в ограниченной акватории. При плавании на малых глубинах якори могут быть использованы для предупреждения столкновения судов, посадки на мель и т. д.

Якорное устройство состоит из якорей, якорных цепей, бортовых (якорных) и палубных (цепных) клюзов, якорных стопоров, брашпиля или шпиля и цепных ящиков (рис. 12, *а*).

По конструкции якори бывают со штоками и без штоков. На морских судах бесштоковые якори (втяжные) употребляются в

Рис. 12. Якорное, швартовное и буксирное устройства: *а* — якорное.

1 — втяжной якорь; *2* — якорная цепь; *3*—цепной (канатный) ящик; *4* — брашпиль; *5* — якорный стопор; *6* — бортовой (якорный) клюз; *7* — палубный (цепной) клюз.

б — швартовное.

1 — киповые планки; *2* — швартовный клюз; *3* — швартовные тросы; *4* — швартовные кнехты; *5* — брашпиль (со швартовными турачками); *6* — буксирные кнехты; *7* — швартовные вьюшки; *8* — швартовная лебедка (кормовая).

в — основные элементы буксирного устройства.

1 — буксирный гак простой; *2* — буксирный гак полуавтоматический; *3* — буксирный гак автоматический.

качестве основных (становых), а штоковые — в качестве вспомогательных. Обычно применяются якори системы Холла (втяжные) и адмиралтейские (штоковые); в последние годы, особенно на рыбопромысловых судах, стали применяться втяжные якори системы Матросова.

По назначению якори подразделяются на становые, запасные, стоп-анкеры и верпы; на судах ледового плавания и ледоколах имеются ледовые якори, а на всех судах — четырехлапые (кошки).

Якорные цепи со звеньями малого диаметра делаются без распорок, большого диаметра — с распорками (контрфорсами).

Якорная цепь состоит из звеньев и изготовляется не на всю длину, а из частей каждая длиной 25—27 *м*. Эти части называются смычками и в якорном канате соединены скобами или патентованными соединительными звеньями (например, звеньями Кентера). Концевая (коренная) часть якорной цепи, присоединяемая под палубой в цепном ящике к корпусу судна, носит название жвака-галса. В первую от якоря и последнюю в цепи смычки должно быть вставлено по одному вертлюгу, которые дают возможность канату свободно раскручиваться и в работе предохраняют канат от перекручивания. Счет смычек, образующих якорную цепь, всегда ведется от якоря к жвака-галсу.

Изготовляются якори и цепи по соответствующим стандартам. Другие элементы якорного устройства: клюзы, якорные стопоры, шпили и брашпили — изготовляются обычно по ведомственным нормалям.

Иногда на малых судах (а для вспомогательных якорей на всех судах) вместо цепей применяются стальные тросы.

Для всех судов количество якорей, длина якорных цепей и стальных тросов определяется Правилами Регистра СССР и Нормами снабжения морских судов якорями и якорными цепями по соответствующим стандартам.

Швартовное устройство (рис. 12, *б*) предназначается для швартовных операций судна и состоит из швартовов (тросов), швартовных вьюшек, клюзов, киповых планок, кнехтов и стопоров. Для выбирания швартовов служат палубные механизмы — брашпиль или шпиль или швартовные лебедки. Те и другие имеют специальные турачки (швартовные барабаны) для накладывания на них шлагов швартовного троса при его выбирании.

Буксирное устройство (рис. 12, *в*) имеется почти на каждом судне и предназначено для буксирования другого судна. Суда с такими устройствами могут быть как буксируемыми, так и буксирующими. С этой целью в носовой и кормовой частях судна устанавливаются буксирные кнехты (битенги) и другие конструктивные приспособления для закрепления буксирных тросов больших размеров.

При ответственных морских и океанских буксировках (например, буксировка доков из одного морского бассейна в другой)

намеченные для этой цели суда должны быть специально оборудованы лебедками для обеспечения плавной буксировки, а также специальными гаками и арками, облегчающими буксировку в штормовую погоду.

Шлюпочное устройство служит для спуска и подъема шлюпок. Хранятся шлюпки под шлюпбалками в приспособленных для этого местах. Вооружение шлюпбалок состоит из бакштагов (для раскрепления шлюпбалок), шлюпталей (для подвешивания шлюпок) и найтовов (для крепления шлюпок в ростер-блоках).

Шлюпки и шлюпбалки чаще всего изготовляются специализированными предприятиями, поставляются в готовом виде на завод-строитель, снабжаются соответствующими свидетельствами (сертификатами) об испытании.

К шлюпочному устройству относятся также рабочие шлюпки и разъездные катера. Первые используются для судовых работ, а вторые главным образом для связи с берегом во время рейдовых стоянок.

К спасательным средствам коллективного пользования относятся спасательные шлюпки, жесткие спасательные плоты и скамьи.

Спасательные шлюпки должны иметь специальное оснащение, регламентируемое особыми правилами. В последнее время все большее применение находят надувные спасательные плоты с автоматическим надуванием. Кроме указанных, суда морского флота снабжаются индивидуальными спасательными средствами, к которым относятся круги, нагрудники, жилеты, комбинезоны и т. д.

На судах все спасательные средства хранятся на соответствующих местах: индивидуальные приборы — в жилых помещениях, скамьи — в штатных местах, жесткие плоты — на специальных металлических конструкциях у бортов судна, надувные спасательные плоты — в контейнерах, круги — на верхних палубах вблизи бортов, а спасательные и другие шлюпки — под шлюпбалками в один ряд или ярусами по обоим бортам. Как правило, шлюпки хранятся на палубе всегда под чехлами с полным комплектом снабжения и снаряжения.

Нормы снабжения морских судов шлюпками и спасательными принадлежностями определяются Правилами Регистра СССР и соответствующими ГОСТ.

В качестве палубных механизмов для шлюпочного устройства применяют специальные шлюпочные лебедки. Общий вид шлюпочного устройства показан на рис. 13.

Кроме перечисленных основных судовых устройств на современных судах имеются еще дополнительные устройства: леерное, тентовое и т. д., — а также специальные, зависящие от назначения судна.

Рис. 13. Общее расположение шлюпочного устройства, леерного ограждения, тентового и сигнального устройств на грузо-пассажирском судне.

1 — фок-мачта; *2* — грот-мачта; *3* — грузовые стрелы; *4* — штаги; *5* — бакштаг; *6* — штаг-карнак; *7* — антенна; *8* — ввод антенны; *9* — сигнальные фалы; *10* — спасательные шлюпки; *11* — рабочая шлюпка; *12* — леерное ограждение; *13* — тентовое устройство (стойки); *14* — ходовые огни.

Леерное устройство, или леерное ограждение, ставится по борту на открытых частях палуб, а на морских судах, где нет глухого ограждения (фальшборта), оно должно обеспечивать безопасность людей, находящихся на палубе.

Леерное устройство состоит из леерных стоек и прутковых или тросовых лееров, расположенных в два-три ряда по высоте и проходящих через отверстия в леерных стойках (рис. 13). Вместо тросовых лееров из тонкого стального троса применяют также трубчатые леера. Тросовое леерное устройство отличается тем, что делается обычно заваливающимся по борту с шарнирами в нижней части стоек. Кроме того, оно имеет несколько разъемов для установки сходен. Разъемы обычно ограждаются леерными цепочками, закрепляемыми на крючках или скобах. Для натяга тросовых лееров в леерном ограждении используются талрепы.

Тентовое устройство предназначается для защиты экипажа и пассажиров от солнечных лучей и дождя (рис. 13). Оно состоит из тентовых стоек с деревянными поперечинами (бимсами) в один или два ряда, поверх которых натягиваются парусиновые тенты, по краям закрепляемые линями (тросы с длиной окружности до 25 *мм*).

Из других устройств следует отметить штормовое, предназначенное для безопасного передвижения членов экипажа по палубам в штормовую погоду и состоящее из тросовых лееров, скоб и перехватов; бельевое — для сушки белья членов экипажа; сигнальное, в состав которого входят сигнальные и ходовые фонари, устанавливаемые по Международным правилам предупреждения столкновения судов в море (ППСС).

Судовые системы служат для перемещения по трубопроводам жидкостей, воздуха или газов, обеспечивающих судовые нужды и работу различных установок (кроме машинно-котельной установки).

Трубопроводы снабжены арматурой (клапаны, краны, захлопки, задвижки, патрубки и т. д.), обслуживаемой трюмными агрегатами (насосами, компрессорами, вентиляторами и т. д.) с аппаратами управления. На судах обычно монтируют следующие системы.

1. *Трюмные*: а) осушительная — для откачки воды, накапливающейся в корпусе судна; б) водоотливная — для откачки из корпуса воды, проникшей туда при аварии или повреждении; в) балластная — для приема, перекачки и удаления жидкого балласта при плавании судна порожнем; г) креновая и дифферентная — для быстрого заполнения отдельных цистерн с целью создания или устранения крена и дифферента судна; д) замещения — для заполнения забортной водой топливных цистерн по мере расходования топлива с целью сохранения навигационных качеств судна; е) воздушные и измерительные трубки — для движения воздуха в цистернах при их заполнении и осушении.

2. *Противопожарные*: а) водотушения — для тушения пожара водой; б) паротушения; в) пенотушения; г) углекислотного тушения; д) пожарной сигнализации — для предупреждения при повышении температуры или появлении дыма в помещениях.

3. *Бытовые*: а) пресной воды — для обеспечения пассажиров и членов экипажа питьевой и мытьевой водой; б) соленой забортной воды — для обеспечения ванн, душей, бассейнов и т. д. (обычно эту систему объединяют с пожарной); в) фановая и сточная — для удаления грязной воды из помещений судна; г) отопления — для парового или воздушного отопления; д) вентиляции — для общесудовой и машинной вентиляции; е) кондиционирования — для создания нормальной температуры и влажности воздуха; ж) рефрижерации — для охлаждения трюмов, провизионных и других помещений.

ГЛАВА II

ХАРАКТЕРИСТИКА СУДОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА

§ 3. ПРОФИЛЬ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В зависимости от материалов, применяемых при постройке судов, заводы подразделяют на заводы стального, деревянного и железобетонного судостроения.

По организации производства судостроительные предприятия подразделяют на судостроительные заводы полного профиля и судостроительные верфи (рис. 14). В цехах заводов, в отличие от верфей, собирают в готовом виде не только корпуса судов, но и механизмы.

Характерными особенностями судостроительного завода являются развитое стапельное хозяйство и наличие крупных корпусных и механических цехов.

Судостроительный завод, как правило, занимает большую площадь с прилегающей к ней акваторией, удобно расположенной, защищенной от ветров и с глубоководными безопасными подходами и выходными фарватерами.

Стапели (специально оборудованные береговые сооружения в виде площадок для постройки судов и последующего спуска их на воду) должны быть рационально размещены и связаны с основными и вспомогательными цехами завода и складами строительных материалов путями и проездами.

Группа зданий заводоуправления располагается на территории завода.

В наиболее удобных местах акватории устраиваются достроечные оборудованные бассейны, в которых завершается постройка судов.

§ 4. СТАПЕЛИ

Место, на котором должен быть сооружен стапель, предварительно укрепляют с помощью деревянных или железобетонных свай. Стапели бывают деревянные, каменные или бетонные. Выбор

Рис. 14. Схема общего расположения судостроительного завода.

1 — склад стали; *2* — корпусообрабатывающий цех; *3* — площадка предварительной сборки и сварки; *4* — сборочно-сварочный цех; *5* — сборка крупных секций; *6* — стапели; *7* — достроечно-монтажные цехи; *8* — достроечные пирсы; *9* — деревообделочные цехи; *10* — ацетиленовая станция; *11* — кислородная станция; *12* — главный магазин; *13* — склад топлива; *14* — вспомогательные цехи; *15* — силовая станция; *16* — комплектаторский склад; *17* — административное здание; *18* — проходная контора; *19* — гараж; *20* — жилой городок; *21* — железнодорожные пути.

стапеля для данного завода обусловливается типом и размерами судов, методами их постройки, способом спуска судов на воду, местными условиями, размерами территории и акватории завода, очертанием береговой линии, качеством грунта площадки, колебаниями уровня воды, климатическими особенностями и т. д.

Если постройка судов ведется под открытым небом — стапели называют открытыми, если в деревянных или каменных зданиях (эллингах) — закрытыми.

В зависимости от положения судна при постройке и спуске его на воду все стапели подразделяют на горизонтальные и наклонные. К первым относятся судоямы, поперечные стапели, слипы, строительные доки и горизонтальные площадки, ко вторым — продольные стапели.

Спуск судов на воду производится в первом случае в горизонтальном положении, во втором — в наклонном, у слипов спусковая площадка также имеет наклон к воде.

Продольные наклонные стапели. Стапели называют продольными, если спуск судов на воду производится кормой или носом. Применяются они обычно на верфях, имеющих необходимую и достаточную акваторию, позволяющую судну свободно двигаться после схода со стапеля. Ось продольного стапеля располагается перпендикулярно или под углом к береговой линии, а строящееся судно размещается вдоль оси наклонно к горизонту. Уклон стапеля к воде зависит от размеров судов и их спускового веса и в среднем составляет для стапелей длиной до 200 *м* от $^1/_{14}$ до $^1/_{28}$, и для стапелей длиной более 200 *м* от $^1/_{16}$ до $^1/_{20}$.

Современный продольный стапель представляет собой необходимой толщины и прочности железобетонную площадку или плиту, установленную на свайном основании (рис. 15, *а*). На плите по всей длине стапеля располагаются спусковые фундаменты, а вдоль оси стапеля укладывается фундамент под кильблоки. На спусковом фундаменте укрепляют спусковые дорожки, число которых может быть от одной до четырех. При двух обычных спусковых дорожках расстояние между осями дорожек принимается от $^1/_3$ до $^1/_4$ ширины судна. Ширина каждой дорожки определяется из расчета величины допускаемого удельного давления. Наибольшая ширина дорожек достигает 3 *м*. По спусковым дорожкам с помощью специального спускового устройства производится спуск судна под действием составляющей сил веса судна. Величина этой составляющей зависит и от уклона стапеля.

Для уменьшения трения между спусковыми дорожками и полозьями спускового устройства их поверхности необходимо насаливать. Для насалки подводной части дорожек их осушают: возводят специальные перемычки (временную дамбу или металлический шпунтовой ряд), применяют наплавной фундамент (рис. 15, *б*) или батопорты разных конструкций (рис. 15, *в*). Поэтому продольные наклонные стапели в зависимости от устройства

Рис. 15. Продольный наклонный стапель и способы осушения его подводной части: *а* — общий вид продольного стапеля; *б* — наплавной фундамент (наплавные дорожки).

1 — наплавной фундамент (подводная часть); *2* — шарнир; *3* — спусковой фундамент (надводная часть); *4* — балласт (обычно якорные цепи).

в — применение батопортов.

1 — симметричного и *2* — несимметричного.

подводной части их фундаментов подразделяют на стапели с постоянным подводным фундаментом и водоотливом и с наплавным подводным фундаментом.

Поперечные наклонные стапели располагаются параллельно береговой линии и предназначаются для постройки средних и малых судов. Построечные места располагаются чаще всего горизонтально. Стапель называют поперечным (или боковым), если спуск судна с него на воду производится бортом.

Рис. 16. Поперечный боковой наклонный стапель: *а* — обычного типа; *б* — для спуска прыжком; *в* — для спуска броском.

Поперечные стапели обычно применяются при ограниченных размерах акватории, так как при спуске боком из-за большого сопротивления воды судно быстро останавливается. Особенность поперечных стапелей — большое число спусковых дорожек (от 4 до 20) и простота конструкции по сравнению с продольными.

Существует три типа поперечных стапелей:

а) обычного, когда спусковые дорожки уходят под воду, образуя порог, как и у продольного стапеля (рис. 16, *а*);

б) бокового спуска судна прыжком, когда спусковые дорожки доходят только до уровня воды, где и заканчиваются порогом (рис. 16, *б*);

в) бокового спуска судна броском, когда спусковые дорожки заканчиваются на высоте 1,5—2,5 *м* над уровнем воды (рис. 16, *в*).

Слипы. Слипом называется стапельное место с механизированным спуском судов на воду (рис. 17).

Устройство слипа состоит из построечной и спусковой площадок, тележек, механизмов (обычно электрических лебедок) и специальных блоков для передвижения тележек по спусковой дорожке. Спусковая площадка расположена под прямым углом к построечной с постепенным переходом в наклонную (уклон $^1/_8$—$^1/_{10}$). Слипы имеют ряд преимуществ, из которых следует отметить следующие:

Рис. 17. Поперечный слип: *а* — двусторонний; *б* — односторонний.

а) хорошая приспособленность для спуска судов целыми сериями благодаря тому, что суда строятся на стапельных местах сбоку от слипа, а спусковые тележки применяются лишь после окончательной готовности судна к спуску;

б) возможность применения на участках с ограниченной акваторией;

в) пригодность не только для спуска судов, но и для подъема, ремонта или докования.

Слипы могут быть продольными и поперечными, в зависимости от того положения, в котором находится судно на тележках при спуске или подъеме. Наибольшее распространение получили поперечные слипы.

Слипы называются двусторонними, если стапели располагаются на двух крыльях (по обе стороны от спусковых путей) и односторонними при расположении стапелей на одном крыле (рис. 17, *а*, *б*). В последнее время слипы начинают применяться для постройки средних и даже крупных судов грузоподъемностью 2500—3000 *т*.

Горизонтальные стапельные площадки. На некоторых судостроительных заводах на берегу акватории оборудуются горизонтальные стапельные площадки, открытые или закрытые. Они обеспечиваются рельсовыми путями на специальном бетонном

основании, по которым передвигаются судовозные тележки. Для перемещения секций или блоков в вертикальном направлении судовозные тележки имеют домкраты, а для перемещения их в горизонтальной плоскости применяется центрирующее устройство. Передвижение судна вдоль позиций осуществляется с помощью лебедок и канифас-блоков, установленных по направлению движения судна. Спуск судов производится при помощи плавучего крана или плавучего дока через док-камеру, находящуюся на платформе судоподъемника.

Строительные доки (разновидность сухих доков) предназначаются для постройки судов различных типов. В них суда строятся на горизонтальных площадках и в горизонтальном положении. Спуск судов на воду производится способом всплытия при затоплении дока. Строительные доки бывают двух типов: для постройки корпуса судна с последующей достройкой вне дока; для постройки судна от начала и до конца в доке. Строительные доки обычно перекрываются эллингами (рис. 18, *а*).

Наливные строительные доки являются разновидностью строительных доков. Горизонтальные площадки оборудуются вдоль продольных стенок дока, а между ними располагается выводной канал, заполняемый водой.

Для спуска судов необходимо закрыть батопорт и налить воду выше уровня воды акватории до полного всплытия судов. Затем всплывшие суда нужно передвинуть в выводной канал и, спустив воду до уровня акватории и открыв батопорт, вывести суда из наливного дока (рис. 18, *б*).

Судояма является простейшим стапельным местом и представляет собой естественный котлован, затопляемый водой в зависимости от местных природных условий (рис. 18, *в*). Часто он отгораживается от акватории перемычкой для защиты строящихся судов при несвоевременных подъемах воды в акватории.

В судоямах могут строиться суда любых типов и размеров, но осадка судов не должна превышать существующей в данном районе глубины.

Судояма не требует особого оборудования. Спуск обеспечивается всплытием судов и обходится очень дешево, но сроки спуска полностью зависят от местных природных условий. Поэтому в морском судостроении судоямы используются редко, но они еще находят большое применение на верфях речного судостроения.

Оборудование и оснастка стапельных мест. Размеры стапельного места определяются размерами строящихся судов, площадей для размещения деревянных или металлических лесов, крановым оборудованием и технологической оснасткой.

В районе стапелей обычно располагаются стационарные или временные кладовые для выдачи инструмента, участки для заточки инструмента, ремонтные мастерские, кладовые для крепежа и разных приспособлений и т. д.

Рис. 18. Горизонтальные стапельные места, встречающиеся в судостроении: *а* — строительный док с эллингом; *б* — наливной док; *в* — судояма.

Стапели обеспечиваются специальной оснасткой: кильблоками, клетками, упорами, стапельными тележками, лебедками, домкратами различной конструкции и грузоподъемности, талями, талрепами, скобами, стропами и т. д. Тип стапельной оснастки определяют в зависимости от типа стапеля, технологии постройки судна, размеров и конструктивных его особенностей и т. д.

В районе действия стапельных кранов в последнее время обязательно предусматриваются специальные площадки для временного хранения деталей, секций, изделий и механизмов, предназначающихся к погрузке на судно.

Состав цехов завода. В состав судостроительного завода входят следующие группы основных цехов.

1. Корпусообрабатывающий (с отделением для предварительных операций на складе стали и разбивочным плазом).

2. Сборочно-сварочный (для предварительной и секционной сборки и сварки блок-секций с выполнением части монтажных работ).

3. Корпусостроительный или стапельный (для стыкования корпуса из секций или блок-секций и монтажных работ).

4. Монтажный. Сюда относятся: сборочно-установочный, трубомедницкий, слесарно-механический, электромонтажный, жестяничный, малярный, такелажный, парусный или такелажно-парусный.

5. Деревообделочный. К нему относятся: деревозаготовительный (для заготовки полуфабрикатов); деревообрабатывающий (с плотничным и столярно-мебельным отделениями) и деревоустановочный.

Кроме перечисленных основных цехов, в зависимости от профиля предприятия и масштаба производства в составе завода могут быть и другие цехи. Так, если на заводе изготовляются механизмы или предметы оборудования, имеются следующие цехи.

1. Заготовительный: чугунолитейный, меднолитейный (цветное литье), сталелитейный, прессовая кузница, молотовая кузница.

2. Механический: котельный, арматурный, цех гребных винтов.

Из вспомогательных цехов можно назвать инструментальный (с отделением универсальных сборочных приспособлений), ремонтно-механический, электроремонтный и ремонтно-строительный.

Кроме того, на судостроительных заводах имеется складское хозяйство, в состав которого входят склады общезаводские (для хранения металла, леса, топлива и строительных материалов), цеховые (для хранения проката, труб, досок, изделий и т. д.), склады комплектации и главный магазин.

Имеется транспортное хозяйство, к нему относятся железнодорожные пути, подвижной состав, локомотивное депо, гараж грузовых автомашин и тягачей, крановое депо, капитанская часть

(пристань, буксиры, катера, баржи и другие плавучие средства).

И, наконец, энергетическое хозяйство: теплоэлектроцентраль (ТЭЦ), электрические блок-станции, трансформаторные подстанции, паросиловой цех, электросиловой цех, компрессорное хозяйство, гидравлическое хозяйство, кислородная станция, ацетиленовая станция и т. д.

С развитием поточно-позиционного метода постройки судов изменилось само понятие «достройка»: теперь судно полностью собирается на берегу с установкой всех механизмов, оборудования, устройств и систем. Изменилось представление и о некоторых специализированных цехах, например занимающихся только корпусными или механо-монтажными работами; появляются цехи-позиции, которые занимаются всеми работами, закрепленными за данной позицией.

§ 5. КРАНОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Для успешной работы при постройке судов стапели и основные цехи завода оборудованы разнообразными грузоподъемными сооружениями.

Применяющиеся на судостроительных заводах типы кранов можно объединить в следующие группы:

а) с ограниченной боковой подачей (дерриковые краны и неподвижные башенные);

б) с боковой подачей по всей длине стапеля (передвижные башенные краны и портальные краны со стрелой);

в) с торцовой подачей (мостовые, травеллерные и кабельные краны);

г) с универсальной подачей (консольные мостовые и травеллерные краны).

Крановое оборудование с ограниченной боковой подачей. Исторически одними из первых на стапеле появились дерриковые краны, представляющие собой усовершенствованную грузовую стрелу, установленную на мачте (рис. 19). При их применении подъездные пути к стапелям приходилось располагать между краном и стапелем, что требовало большого вылета стрелы крана; к тому же наличие оттяжек не позволяло получать угол поворота стрелы более 180°. Ограниченные грузоподъемность и зона действия дерриковых кранов способствовали тому, что вскоре на стапеле начали применяться башенные неподвижные краны (рис. 20). Вследствие отсутствия оттяжек увеличилась зона действия стрелы (поворот на 360°) и стало возможным расположить кран между подъездными путями и стапелем, вследствие чего уменьшился вылет стрелы и вся конструкция крана облегчилась. Но число кранов, требующихся для обслуживания каждого стапельного места, все же не сократилось.

Рис. 19. Дерриковый кран.

Рис. 20. Неподвижный башенный кран.

Крановое оборудование с боковой подачей по всей длине стапеля. Переход к этому виду кранового оборудования позволил сократить число кранов, необходимых для обслуживания стапеля. Простейшим краном такой конструкции является передвижной (катучий) башенный кран (рис. 21). По сравнению с конструкцией неподвижного башенного крана передвижной имеет устройство дополнительных подкрановых рельсовых путей и ходовую часть. Электрический привод для работы и передвижения крана требует особого оборудования для подвода электроэнергии. Грузоподъемность этих кранов достигает 20 *т* при вылете стрелы 13 *м* и 10 *т* при вылете 26 *м*. Маневренная способность их все же ограничена.

Лучшей маневренностью, а вместе с тем и большей производительностью обладают широко применяющиеся в последнее время портальные краны (рис. 22). Основой таких кранов является передвигающийся по рельсовым путям П-образный портал. Сверху на портале установлен как бы самостоятельный поворотный кран со стрелой, имеющей ряд шарнирных сочленений, позволяющих легко изменять вылет стрелы в зависимости от веса перемещаемого груза. Грузоподъемность крана достигает 75 *т* при вылете стрелы 20 *м* и 50 *т* при вылете 30 *м*, высота подъема 40 *м*. При работе с грузами до 10 *т* может быть использовано дополнительное подъемное приспособление с вылетом стрелы 33 *м*.

Крановое оборудование с торцовой подачей. Значительные конструктивные упрощения в оборудовании стапелей, без ущерба для технологии строящихся судов, получаются при применении кранов с торцовой подачей, т. е. с подачей не с боку, а с головной части стапеля.

На рис. 23 изображен мостовой кран. Помещенный в закрытом стапеле, он носит название эллингового и обычно имеет в качестве опор продольные стены самого эллинга. По этим опорам мостовой кран может передвигаться вдоль всего пролета эллинга, а находящаяся на кране грузовая тележка может двигаться поперек пролета, обеспечивая тем самым подачу груза в любую точку стапеля.

Эстакадным называют мостовой кран, обслуживающий открытый стапель. В этом случае опорами для крана являются устроенные по бокам вдоль стапеля эстакады.

Травеллерный кран, получивший значительное распространение на заграничных верфях, представляет собой пространственную конструкцию, перемещающуюся по рельсовым путям вдоль открытого стапеля и имеющую такую же тележку, как и на мостовом кране (рис. 24).

Универсальные стапельные краны могут одновременно обеспечить и торцовую и частично боковую подачу по всей длине стапеля. Для этой цели травеллерные и им подобные краны делаются с консолью на одном или двух концах. Использование консолей, по ко-

Рис. 21. Подвижный башенный кран.

Рис. 22. Портальный кран.

Рис. 23. Эллинговый мостовой кран.

Рис. 24. Травеллерный кран.

торым перемещаются тележки, особенно эффективно при спаренной работе двух кранов.

Кабельный кран (рис. 25) имеет подвешенные тросы (кабели), по которым в продольном направлении передвигаются грузозахватные устройства, называемые кошками. Грузоподъемность одной кошки может быть не более 7,5 *т*. Управлять работой кошек даже в обычных условиях представляет известные трудности, так как в отличие от управления другими кранами (из кабины крановщика) здесь пост управления обычно централизован в одном месте и на значительном расстоянии от кошек. На отечественных

Рис. 25. Кабельный кран.

1 — береговой портал; *2* — цеховой портал; *3* — тележка.

судостроительных заводах такие краны используют крайне редко и главным образом как вспомогательное крановое оборудование. Однако в некоторых странах, например ГДР и ФРГ, они широко распространены и применяются в качестве основного кранового оборудования.

Железнодорожные краны бывают различных конструкций и разной грузоподъемности (рис. 26). Они применяются для вспомогательных целей на стапелях, слипах, судоямах в том месте, где проложены рельсовые пути. Там, где их нет, применяют безрельсовые краны автомобильного и гусеничного типов (рис. 27, *а*, *б*).

Крановое оборудование цехов и достроечных мест. Современные судостроительные заводы, помимо стапельных кранов, имеют и краны, относящиеся к внутрицеховому оборудованию, а также специальному оборудованию достроечных мест в районе акватории завода.

Внутрицеховое крановое оборудование состоит, как правило, из мостовых кранов. Следует отметить одну их особенность. Для повышения их маневренности целесообразно бывает располагать краны в два-три ряда по ширине площади цеха. С этой целью вдоль пролета цеха ставятся опоры с подкрановыми путями. Таким образом, каждый кран обслуживает только свой

Рис. 26. Самоходные железнодорожные краны: *а* — легкий; *б* — тяжелый.

Рис. 27. Самоходные безрельсовые краны: *а* — автомобильного типа; *б* — гусеничного типа.

пролет. Иногда мостовые краны располагают по высоте в два яруса, один над другим (рис. 28). Такое расположение очень выгодно для совместной работы двумя и более кранами при подъеме тяжелых секций, их кантования и т. д.

Кроме мостовых кранов в цехах часто используют и другие краны (например, магнитные), а также широко применяются подъемные устройства и приспособления.

Рис. 28. Схема двухъярусного расположения мостового крана: *а* — тяжелый кран; *б* — легкий кран.

В последнее время количество тяжелых погрузок при достройке судов все время сокращается, но характер погрузок в достройке вполне оправдывает необходимость иметь краны даже большой грузоподъемности, мощность которых используется непостоянно и неполно. При индивидуальной постройке судна увеличивается и объем погрузочных работ в достройке.

Для обслуживания судов, находящихся на плаву, используются береговые и плавучие краны. Береговые краны устанавливаются на набережных и пирсах в местах, к которым свободно подходят железнодорожные пути.

Плавучие краны бывают чаще несамоходными и реже самоходными — паровыми или дизель-электрическими.

Передвижение несамоходных плавучих кранов на большие расстояния осуществляется при помощи буксиров, а в пределах акватории завода при помощи тросов и якорей.

Плавучие краны бывают разной конструкции и грузоподъемности. Одни из них имеют вращающуюся башню со стрелой, у других стрела жестко скреплена с понтоном. Первые весьма удобны в эксплуатации, в особенности при работе с малыми грузами;

Рис. 29. Плавучий кран.

вторые, хотя и вынуждены во время работы поворачиваться на плаву всем корпусом, немногим уступают первым при работе с большими тяжестями. Большинство кранов имеет устройство, позволяющее поднимать и наклонять их грузовую стрелу, чем одновременно регулируются высота подъема груза и вылет стрелы.

Грузоподъемность современных плавучих кранов достигает 450 *т*. Наиболее часто применяются краны грузоподъемностью 100—150 *т*.

Особенного внимания заслуживают плавучие краны большой грузоподъемности (рис. 29), которые находят успешное применение при погрузке на судно надстроек, имеющих большой вес. Часто такие краны применяют и для спуска на воду небольших судов.

Для безотказной работы крановое оборудование требует особого наблюдения, систематических технических осмотров, а также

наличия ремонтной базы для своевременного проведения планово-предупредительных ремонтов.

Обычно стапельное крановое оборудование находится в ведении корпусного цеха, а крановое оборудование мест достройки судов и все средства водного транспорта — в ведении такелажного цеха.

Технический надзор и контроль за крановым оборудованием осуществляются органами Госгортехнадзора, а за плавучими кранами — Регистром СССР.

ГЛАВА III

ТАКЕЛАЖНЫЙ ЦЕХ СУДОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА

§ 6. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТАКЕЛАЖНОМ ЦЕХЕ

В состав любого судостроительного завода входит такелажный цех, являющийся самостоятельной административной и производственной единицей. Размеры и состав цеха зависят от специализации самого завода.

Такелажными работами в широком понимании являются работы по подъему и перемещению тяжестей, осуществляемые при помощи постоянных или временных механических подъемных устройств.

В такелажном цехе выполняют все основные такелажные работы как по оборудованию цехов и внутризаводским операциям, так и при постройке судов на всех стадиях.

Удельная значимость такелажного цеха в процессе постройки судов зависит от числа занятых рабочих и объема выполняемых ими работ. Число рабочих такелажного цеха, как правило, значительно меньше числа рабочих производственных цехов, занятых на одном судне.

Насыщенность заводов мощным крановым оборудованием также определяет количественный состав такелажного цеха.

Такелажный цех производит ряд работ на стапеле, участвует в подготовке к спуску судов, обслуживает суда во время достройки и т. д. Кроме того, цех осуществляет бо́льшую часть погрузок на суда, участвует в монтаже механизмов и устройств, вооружает суда рангоутом и такелажем, участвует в испытаниях судовых устройств, швартовных и ходовых испытаниях, переводит суда в доки и обратно на завод, а также выполняет значительный объем доковых работ.

§ 7. СТРУКТУРА ТАКЕЛАЖНОГО ЦЕХА

Примерная схема организации такелажного цеха показана на рис. 30. Такелажный цех обычно состоит из отдельных участков или мастерских, укомплектованных квалифицированными

Рис. 30. Организационная схема такелажного цеха.

Рис. 31. Расположение такелажного цеха на территории завода.

специалистами, имеет группы вспомогательных подсобных рабочих, административно-хозяйственный аппарат и вахтенно-сторожевую службу (капитанская часть завода и береговая команда).

Такелажному цеху подчинены вся акватория завода, достроечная набережная с ее крановым и швартовным оборудованием, суда служебно-вспомогательного флота (буксиры, катера служебные и разъездные), баржи, плавучие отопительные станции, шлюпки, плоты, достроечные бассейны и плавучие краны. На судостроительных заводах парусную мастерскую с такелажной часто объединяют в одном цехе с общим административным управлением, но тем не менее они являются вполне самостоятельными производственными участками (рис. 31). Примерная планировка такелажного цеха показана на рис. 32.

§ 8. ОБОРУДОВАНИЕ ТАКЕЛАЖНОГО ЦЕХА

Такелажные работы продолжают оставаться преимущественно ручными. Это и определяет оборудование участков такелажного цеха (рис. 33). В такелажном цехе судостроительного завода работы ведутся в основном с тросами. На территории цеха выделяют участки размотки и рубки тросов. Обычно это просторные помещения, оборудованные грузоподъемными механизмами в виде легких мостовых кранов, пролетных подвесных кран-балок или кранов-укосин (если помещение закрытое).

Открытое помещение оборудуют крановыми средствами легкого типа, но достаточной грузоподъемности. Во всех случаях такое специальное помещение требует подъездных путей для облегчения погрузки и разгрузки тяжелых бухт тросов. При этажном расположении цеха применяют подъемные грузовые лифты. На участке (или в такелажной мастерской) обычно устанавливают наковальни с амортизацией, электрические и ручные точила, стойки с поперечинами и т. д. Правильная расстановка производственного оборудования и механизация трудоемких процессов, являются главным и решающим условие правильной организации производства такелажных работ.

В состав оборудования мастерской входят: верстаки с тисками, передвижные верстаки, станки для механической или ручной рубки и резки тросов, машинки для слома и зажима тросов, такелажные тиски, приспособления для тканья и плетения матов, вспомогательное оборудование и разные инструменты, в том числе и мерительные.

Верстаки представляют собой столы больших размеров с установленными на них слесарными или специальными тисками; на верстаках выполняются почти все такелажные работы с тросами. Передвижные верстаки применяют главным образом для работ с растительными и комбинированными тросами малых размеров,

Рис. 32. Примерный план такелажного цеха.

1 — малый такелажный верстак; *2* — средний такелажный верстак; *3* — большой такелажный верстак; *4* — слесарно-такелажный верстак.

Рис. 33. Оборудование участка размотки и рубки тросов: *а* — монорельс с тельфером; *б* — наковальня; *в* — электроточило; *г* — станки для рубки тросов; *д* — инструмент для рубки тросов.

а в особенности для отдельных видов такелажно-парусных работ.

В зависимости от диаметра тросов применяются различные приспособления для их рубки и резки — от простого зубила с ручником до довольно громоздких и сложных установок (рис. 34, *а*, *б*). Из станков, применяющихся для этой цели, можно назвать следующие: станки-секачи, или ручные стационарные ножницы; станки для ручной резки рычажного, винтового и гидравлического типов с ручным приводом; фрикционные циркулярные пилы с вращающимися гладкими стальными дисками; станки с использованием электрорезки и обычные бензорезки. Оборудование для резки тросов должно быть безопасным в работе, качество резки высоким, а время резки минимальным.

Машинки для зажима тросов малых диаметров (рис. 35, *а*) могут быть стационарными и переносными, как и такелажные тиски, применяемые при работе с жесткими тросами большого диаметра (рис. 35, *в*).

Приспособления для выделки матов подобны ткацким станкам и включают в себя большое количество различных несложных элементов, по своему назначению призванных служить определенным целям при выполнении такелажных работ (рис. 36).

Вспомогательное оборудование и инструменты такелажного цеха и его участков представлены на рис. 37 и 38.

В такелажных мастерских имеется следующий инструмент. Свайки деревянные и стальные — применяются при работе с тросами в мастерской и на судне (рис. 38, *а*). Первые применяются при работе с растительными тросами, а вторые — со стальными.

Свайки бывают длинные и короткие, прямые и изогнутые и разной толщины. По форме поперечного сечения различают круглые, овальные и плоские (все они остро затачиваются на конце). У основания свайки имеется отверстие для стропа или штерта (чтобы она не выпадала из рук во время работы).

Драек — деревянный инструмент, применяющийся вместе со свайкой в тех случаях, когда необходимо раздвинуть пряди толстых тросов (рис. 38, *б*). Кроме того, драек употребляется для сдраивания (стягивания) найтовов, бензелей и тросов при отсутствии машинки. Он представляет собой цилиндр со спущенными неострыми концами, посередине которого имеется желобок (кип) для штерта.

Марочница — деревянный инструмент, применяющийся при наложении марок и бензелей на неответственные части троса (рис. 38, *в*).

Для ручных такелажных работ необходимы следующие инструменты.

Мушкель — деревянный молоток для обивки троса (рис. 38, *г*). С той же целью применяется киянка — тоже

Рис. 34. Оборудование такелажной мастерской станками и машинками для резки и рубки троса: *а* — станки для механической резки тросов; *б* — машинка для ручной рубки троса.

Рис. 35. Оборудование такелажной мастерской зажимными приспособлениями: *а* — приспособления для зажима тросов малых диаметров; *б* — то же для жестких тросов; *в* — такелажные тиски.

Рис. 36. Оборудование такелажной мастерской специальными приспособлениями для выделки матов: *а* — машинка для изготовления шкимушек; *б* — трепало; *в*—бердо; *г* — треножка; *д*—станок.

Рис. 37. Вспомогательное оборудование такелажной мастерской и мерительный инструмент: *а* — рулетка стальная; *б* — метр складной; *в* — кронциркуль; *г* — нутромер; *д* — штангенциркуль; *е* — микрометр.

а)
б)
в)
г)
д)
е)

Рис. 38. Такелажные инструменты: *а* — свайки деревянные и стальные; *б* — драек; *в* — марочница; *г* — мушкель; *д* — полумушкель; *е* — лопатки (деревянные или металлические); *ж* — ножницы; *з* — кусачки; *и* — такелажный нож; *к* — киянка; *л* — ручник; *м* — кувалда; *н* — зубило; *о* — бородок.

деревянный молоток, обычно плоской формы, используемый при конопачении (рис. 38, *к*).

Полумушкель — тот же мушкель, но меньших размеров; рукоятка у него короткая, а молотковая часть имеет кип вдоль цилиндра молотка (рис. 38, *д*). Применяется при клетневании.

Лопатки (деревянные и металлические) — используются только для клетневания, наложения марок и бензелей в тех местах, где работать полумушкелем неудобно (рис. 38, *е*).

Ручники, зубила и кувалды (рис. 38, *л*, *н*, *м*) разных типов и размеров, причем зубила используются как слесарные, так и кузнечные. Применяются при рубке тросов и звеньев.

Для стрижки ворсы и обрезки проволоки применяются ножницы и кусачки (рис. 38, *ж*, *з*).

Такелажный нож, специальный, большого размера (рис. 38, *и*).

Применяется также различный мерительный инструмент: рулетки, складные метры, кронциркули, нутромеры и т. д. (см. рис. 37).

Машинка для изготовления шкимушек (тонких линей) представляет собой две деревянные крестовины с растянутыми вдоль оси концами; этой машинкой свивают шкимушки для поделочных работ.

Трепало — длинная деревянная лопата с одним заостренным краем. Применяется при тканьи матов.

Бердо — станок в виде деревянной четырехугольной рамы с вертикально натянутыми каболочными поперечинами (линями), в середине которых имеется очко. Применяется при тканьи матов.

Проножка — ящик со стойками для хранения инструментов и подвешивания тросов.

Кроме перечисленного оборудования и ручного инструмента в такелажной мастерской большое применение находят следующие приспособления: стелюги, козла, треножники (треноги), временные стрелы (мачты), вороты, а также ручные шпили, разные лебедки, механические и ручные тали, блоки, стропы обыкновенные и специальные, разные вьюшки для тросов, домкраты и многие другие устройства, детали и изделия. Некоторые из приспособлений показаны на рис. 39.

При такелажном цехе имеется своя кладовая. Ее назначение — вести учет поступления и расходования материалов, инструмента и всех материальных ценностей согласно инструкции завода. В этой же кладовой комплектуется шкиперское имущество судов, выдаваемое по окончании постройки судна.

Кроме производственной площадки и территориально разделенных частей такелажный цех должен иметь отдельную площадку для проверки, сборки и маркировки якорных цепей. Эта площадка может быть расположена отдельно от производственного помещения

Рис. 39. Вспомогательные средства и приспособления: *а* — временные переносные мачты (стрелы).

1 — мачта; *2* — гини; *3* — оттяжки; *4* — ходовой конец гиней; *5* — мертвые якоря.

б — ворот; *в* — козла; *г* — стелюга.

Рис. 40. Ручной транспорт: *а* — ручные повозки; *б* — сани.

Рис. 41. Безрельсовые вспомогательные транспортные средства: *а* — электрокар; *б* — автопогрузчик.

Рис. 42. Безрельсовые транспортные средства: *а* — автокар; *б* — автотягач; *в* — автокар с краном.

цеха, но в удобном для работы месте. Так как на ней производится и окраска цепей, ее обычно выстилают досками, а вблизи площадки ставят прочные стойки с поперечинами для подвешивания цепей при окраске.

Кроме перечисленного оборудования самого цеха и объектов общезаводского значения в ведении такелажного цеха могут находиться и средства берегового безрельсового транспорта: ручные повозки, тележки, тачки и сани, а также автокары и тягачи с прицепными тележками, автомашины, грузоукладчики (штабелеры) и т. д. (рис. 40—42).

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

КАНАТНО-ВЕРЕВОЧНЫЕ ИЗДЕЛИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СУДОСТРОЕНИИ И ТЕХНОЛОГИЯ ТАКЕЛАЖНЫХ РАБОТ

ГЛАВА IV

ТРОСЫ

В судостроении широко применяются канатно-веревочные изделия, изготовляемые из сырья растительного и минерального происхождения. Все они объединены под общим названием тросов. В зависимости от сырья тросы подразделяют на четыре основные группы:

а) растительные, изготовляемые из волокон однолетних или многолетних растений;

б) стальные, изготовляемые из стальной проволоки;

в) комбинированные (смешанные), изготовляемые путем особого чередования стальной проволоки с растительной пряжей;

г) капроновые, изготовляемые из синтетического волокна.

§ 9. РАСТИТЕЛЬНЫЕ ТРОСЫ

Растительные, или органические, тросы по материалу волокон разделяются на пеньковые, манильские, сизальские, кокосовые и хлопчатобумажные и получаются в результате специальной обработки волокон стеблей или листьев растений.

Некоторые из пеньковых тросов изготовляют из волокон растения — конопли. Манильские тросы выделывают из волокон, получаемых в результате обработки листьев дикого банана (многолетнего тропического растения). Сизальские тросы изготовляют из волокон, получаемых из листьев кустовидного тропического растения агавы, произрастающей в Мексике, Центральной Америке, Африке, Индии, а также в СССР (Крым и Кавказ). Кокосовые тросы выделывают из волокон, получаемых из орехов кокосовой пальмы. Сырьем для изготовления хлопчатобумажных тросов служит хлопок.

Качество троса определяется характеристикой волокна, из которого трос изготовлен, а характеристика волокна определяется

целым рядом показателей: прочностью волокна на разрыв, длиной технических волокон, однородностью волокон по длине и крепости, чистотой волокон в массе, маслянистостью, удельным весом волокна, нормальной влажностью, цветом и эластичностью.

Наибольшей крепостью обладает волокно маниллы, оно грубо, жестко и плавает в воде, имеет оттенки от бледно-желтого до темно-желтого и обладает меньшим удельным весом по сравнению с пенькой. Волокна маниллы подразделяют на 15 сортов.

Волокно сизаля имеет серебристо-белый цвет с желтоватым или зеленоватым оттенком. Длина его меньше длины волокна маниллы, и изготовленные тросы значительно уступают по качеству пеньковым и манильским тросам. Волокна сизаля обладают высокими прядильными качествами и в связи с этим широко применяются в канатном производстве.

Их отрицательным свойством является чрезмерная хрупкость и ломкость при завязывании в узел, а также разбухание при смачивании.

Кокосовые волокна — красно-бурого цвета, имеют небольшие длину и разрывную прочность и по сравнению с другими обладают весьма малым удельным весом (плавают в воде).

Волокна маниллы, сизаля и кокоса — дорогостоящее импортное сырье, довольно редко используемое в отечественной канатно-веревочной промышленности.

В СССР лучшим видом сырья для изготовления тросов является пенька, получаемая из конопли. Конопля бывает двух видов: среднерусская, встречающаяся в центральной части, средней полосе, на юге и севере СССР, и южная, получаемая из семян итальянской конопли, которая с успехом культивируется на Украине (урожай в 2—2,5 раза больше урожая среднерусской конопли).

На долю СССР приходится около 90% всего мирового количества посевных площадей под коноплю.

Пеньку-сырец подразделяют на три группы: высококачественную, к которой преимущественно относится пенька-сечка; пеньку-молочку, отличающуюся неоднородностью толщины волокна и мягкостью и среднего качества, уступающую первым двум по прочности волокон и толщине. Каждая из указанных групп в свою очередь разделяется на сорта: отборный (О), первый (П), второй (В), третий (Т) и брак (Б).

Признаки плохого качества пеньки: а) трудноотделимая костра (древесные кусочки стебля, приклеенные к волокнам); б) сухость и грубость самих волокон; в) лапы на нижних частях волокон; г) неравномерность волокон по крепости и длине; д) желтый цвет волокон, указывающий на перележалость.

Растительные тросы, независимо от вида и названия сырья, изготовляются одним методом. Рассмотрим производство тросов из среднерусской пеньки. Процесс изготовления состоит из

нескольких последовательных этапов: подготовка волокна, прядение пряжи (каболок), получение из каболок прядей и изготовление троса.

Принятые в производство волокна, обычно длиной 0,9—1,2 *м* (но не менее 0,6 *м*), очищают от примесей и соединяют в ленты необходимой длины. Прядение заключается в скручивании собранных волокон в каболку. Затем каболки соединяют в пряди, свивают их и получают трос.

По обработке пряжи различают бельные и смольные пеньковые тросы. Бельные тросы получают из бельной пряжи, приготовленной из вычесанной пеньки, а смольные — из той же пряжи, но предварительно просмоленной. Наиболее ценным пропиточным материалом считается древесная смола, но ввиду ее дефицитности в последнее время применяют смолы-заменители: торфяная, каменноугольная и крекинговая.

Древесную смолу получают при сухой перегонке древесины хвойных пород деревьев. По способу получения различается ямная, печная, котельная, ретортная и паровая смолы, по качеству — икрянка зернистая (самая густая), трехрубежка (менее густая), двухрубежка (жидкая и клейкая), однорубежка (весьма жидкая и клейкая), подсмолок (грязная, идущая во вторую перегонку).

Для пропитки или смоления каболок применяется ямная смола обычно в виде смеси из 50—70% густой и 50—30% жидкой смолы. Существуют два наиболее распространенных способа смоления:

а) пропусканием каболок через котел со смолой с последующим отжимом на барабанах (каболки предварительно собирают в бухты);

б) пропусканием каболок через смоляную ванну прямо с прядильных катушек с последующей перемоткой на новые катушки. В том и другом случае смола подогревается до температуры 100—110° С, которую поддерживают в течение всего процесса пропитки. Не разрешается производить пропитку готовых тросов. Практикой установлены нормы присмола. Среднее содержание смолы в тросе должно составлять примерно 16—18% от веса бельного троса с допуском ±2% (т. е. смола не должна выжиматься из свежепросмоленного троса, а в лежалом тросе ломаться в изгибах).

Свободные кислоты, находящиеся в смоле, отрицательно влияют на прочность смольных тросов, которая снижается в среднем на 10% по сравнению с прочностью бельных тросов. Снижение прочности в среднем на пеньковые тросы составляет от 5,9 до 11% для тросов первого сорта и от 2,5 до 16,4% для тросов второго сорта. Отсюда видно, что потеря крепости в некоторых случаях достигает значительных величин. Это нужно учитывать при применении того или иного троса.

В зависимости от длины волокон различаются два способа прядения — длинный и короткий. Тросы изготовляются только способом длинного прядения.

Качество изготовляемых каболок характеризуется: номером каболок, их круткой, прочностью на разрыв, равномерностью по номеру и прочности, влажностью и т. д.

Для выработки тросов применяются каболки разных номеров. Ввиду того что поперечное сечение каболок измерить очень трудно, а показатель этот играет важную роль, существующая система основывается на отношении определенных отрезков каболок к весу этих отрезков. Номер каболок определяется показателем этого отношения. Чем меньше номер пряжи (каболок), тем толще пряжа, и наоборот. Номера пряжи для каждого вида растительных тросов определяются по особым формулам.

Из других признаков качества пряжи наиболее существенным является ее прочность, т. е. способность противодействовать растягивающим усилиям. Абсолютная прочность определяется при помощи подвешивания грузов к пряже. Большое практическое значение имеет относительная, или удельная, прочность пряжи, т. е. разрывное усилие, приходящееся на единицу площади (1 *мм*^{2} или 1 *см*^{2}). Прочность пряжи определяется также путем установления разрывной длины самой пряжи (измеряемой в километрах), при которой она разрывается под действием собственного веса.

Скручивание волокон в каболки по винтовой линии вокруг собственной оси называется круткой пряжи. В зависимости от направления скручивания волокон пряжа бывает правой и левой крутки. Крутка служит для создания трения между волокнами, что обеспечивает крепость пряжи на разрыв. Скручивание пряжи имеет свои пределы, которые регулируются шагом крутки, т. е. числом витков, отнесенных к единице длины (часто к 1 *м*). Шаг крутки зависит от качества волокон и их происхождения, а также от качества и назначения будущего троса.

Для сравнения приведем данные о разрывной длине волокон и пряжи.

Вид волокна	Разрывная длина волокон, *км*	Разрывная длина пряжи, *км*
Пенька длинная	30	12—16
Пенька короткая	25	9—11
Пеньковый луб	24—28	7—10
Пенька итальянская	30	18—20
Пенька ново-зеландская	28	10—12
Пенька манильская	32	12—13
Пенька сизальская африканская	35—40	13,5—18
Пенька мексиканская	30—35	11—12
Пенька коксовая	18	4—6
Хлопок	23	9—10

Как видно, разрывная длина готовой пряжи значительно меньше разрывной длины волокон, из которых она сделана, что объясняется несовершенством процесса прядения.

Равномерность пряжи также является условием, определяющим в конечном счете качество будущего троса. Это требование преду-

сматривает получение пряжи данного номера по всей ее длине в пределах допускаемых отклонений.

Все растительные волокна обладают свойством впитывать в себя влагу. С этим приходится считаться при изготовлении растительных тросов, принимая все меры к тому, чтобы процент влаги в сырье не превышал нормы. Нормальной влажностью для пеньковых тросов считается 12% от их веса в сухом состоянии.

Все растительные тросы изготовляются согласно ГОСТ 483—55, 1088—41 и 1091—41 при помощи довольно сложного и разнообразного оборудования. Из волокон пеньки сначала скручивается пряжа способом правой свивки, затем левой свивкой каболки свиваются в пряди, а из прядей, путем повторного скручивания правой свивкой, изготовляется трос.

По способу изготовления различают тросы прямого спуска, или тросовой работы, и обратного спуска, или кабельной работы. Трос прямого спуска состоит из прядей, свитых из каболок способом, изложенным выше, а трос кабельной работы изготовляется из уже готовых тросов путем обратной их свивки. Таким образом, в тросе кабельной работы (отворотном) прядями являются тросы прямого спуска (рис. 43, *в*).

Рис. 43. Конструкция растительных тросов и схемы свивки: *а* — крутки — правая и левая; *б* — трехпрядный и четырехпрядный тросы тросовой работы; *в* — пеньковый трос кабельной работы и его части.

1 — волокна; *2* — каболки; *3* — пряди; *4* — стрендь.

По использованию тросы разделяются на обыкновенные и приводные, а по качеству сырья — на нормальные, повышенные, специальные и особого назначения.

В зависимости от числа прядей тросы разделяются на трехпрядные и четырехпрядные (рис. 43, *б*). При изготовлении четырехпрядных тросов в середину тросового и кабельного спуска вводится сердечник (в виде небольшого троса), служащий для предупреждения западаний отдельных прядей, что может повлиять на разрывное сопротивление троса ввиду нарушения равномерной нагрузки всех его прядей.

Характеристики тросов следующие: длина окружности или диаметра троса; номер каболки, из которой изготовлен трос;

число каболок в одной пряди троса; число прядей в тросе; крутка или шаг троса; количество смолы (для смольного троса); влажность (для бельного троса); средний вес 100 *м* троса; длина троса; прочность одной каболки троса; средняя теоретическая прочность троса; сорт и качество волокон в тросе.

Все эти данные получаются в результате непосредственных наблюдений и измерений, а также расчетов.

Существенными показателями качества троса являются крутка и шаг (рис. 43, *а*). Круткой называется число витков одной пряди, приходящихся на 1 *пог. м* троса. Шагом называется длина троса, на которую приходится один виток одной из прядей.

Рис. 44. Измерение растительных тросов по длине окружности.

Между круткой и шагом существует следующая зависимость: шаг $= \frac{1\ м}{\text{крутка}}$; крутка $= \frac{1\ м}{\text{шаг}}$; всех витков в тросе на 1 *пог. м* приходится: крутка × число прядей.

Круто спущенные тросы обладают твердостью и жесткостью в отличие от полого спущенных, гибких и мягких. Помимо этого, крутка может оказывать влияние и на разрывное усилие троса. Практика показала, что полого спущенные тросы выдерживают бо́льшую нагрузку, чем тросы крутого спуска.

Нормальной круткой пеньковых тросов считается крутка 0,75 (это соответствует углу в 53° между осевой линией троса и наклоном витка).

Растительные тросы изготовляют длиной 250, 200 и 100 *м* и при их приемке определяют: размер троса и число прядей; число каболок и их номер; крутку троса; вес 100 *м* троса; влажность (или присмол); прочность (разрывное усилие троса).

Размер троса определяют по длине его окружности (в миллиметрах), замеренной в нескольких местах, а затем берут среднее арифметическое (рис. 44).

Для определения числа каболок отрезают часть троса и подсчитывают каболки в этом куске. Номер каболки устанавливают по весу определенной длины одной или нескольких каболок на основании указанного выше соотношения. Необходимо учитывать неточность, зависящую от вытянутости каболок и присмола, составляющего в среднем около 12—15% веса бельных тросов.

Крутку определяют делением шага на длину окружности троса, а шаг находится подсчетом числа витков одной пряди, приходящихся на 1 *м* троса.

Влажность бельных тросов определяют с помощью кондиционных аппаратов, где высушивают кусок (весом в 1 *кг*) распущенного

на каболки троса. Затем сравнивают его вес с весом до высушивания.

При проверке прочности на разрыв кусок троса распускают на каболки и в соответствии с размерами троса и указаниями ГОСТ определенное число каболок подвергают испытанию. Разрывным усилием троса называется минимальная нагрузка, при которой трос разрывается.

Рабочим усилием троса называется максимальная нагрузка, при которой трос может безопасно работать. На практике рабочая нагрузка считается равной $^1/_6$ от разрывной.

Испытание каболок на разрыв производится на специальной разрывной машине или путем подвешивания соответствующего груза при закреплении конца каболки (длина каболки между зажимами должна быть равна 1 *м* при скорости движения зажимов 300 *мм/мин*). Полученное среднее разрывное усилие одной каболки умножают на число каболок в тросе и получают суммарную прочность (в килограммах) всех каболок в тросе. При испытании целого троса разрывное усилие получается как среднее от результатов пяти испытанных отрезков троса.

Для определения прочности тросов на разрыв существует много эмпирических формул.

При измерении тросов по диаметру разрывное усилие P (*кГ*) троса определяется формулой:

$$P = 0{,}785d^2p,$$

где d — диаметр троса, *мм*;

p — удельное разрывное усилие троса, *кГ/мм*^{2}.

При измерении троса по окружности

$$P = \frac{C^2}{12{,}56}\ p,$$

где C — длина окружности, *мм*.

Для разных тросов значение p будет различным:

Тросы	p, *кГ*
Смольные	8—9
Бельные	9—10
Манильские	10—11
Сизальские (африканские)	11—12
» (мексиканские)	8—9

Существуют и более простые формулы для определения рабочих и разрывных усилий тросов.

Разрывное усилие смольного пенькового трехпрядного троса прямого спуска

$$P = 0{,}5C^2.$$

Рабочее усилие этого же троса определяется по формуле

$$P = 0{,}08C^2.$$

Рабочее усилие манильского трехпрядного троса тросовой работы определяется по формуле

$$P = 0{,}09C^2,$$

а разрывное усилие — по формуле

$$P = 0{,}54C^2.$$

В случаях, когда необходимо определить приблизительный вес бухты растительного троса длиной 200 *м*, пользуются следующими эмпирическими формулами:

а) для бухты бельного пенькового троса

$$G = 0{,}017C^2,$$

где G — вес троса, *кг*;

C — длина окружности троса, *мм*;

б) для бухты смольного троса

$$G = 0{,}02C^2;$$

в) для бухты манильского троса

$$G = 0{,}012C^2.$$

Готовые растительные тросы сворачивают в бухты, перевязывают, затем упаковывают в мягкую тару (рогожу или мешковину) и окончательно обвязывают веревкой. Каждая бухта троса снабжается биркой с указанием наименования предприятия-изготовителя, наименования изделия, его длины, веса, номера стандарта, номера упаковщика, штампа ОТК (отдела технического контроля) и даты изготовления.

При приемке растительных тросов производят их наружный осмотр, а также проверяют соответствие данных на бирке бухты конструкции троса. Тщательно проверяют цвет, который у смольных тросов должен быть блестящим и однородным по всей длине, а у бельных — серебристо-зеленоватым. Бурый цвет и темные пятна свидетельствуют о непригодности троса.

Смольный трос хорошего качества должен иметь свежий смолистый запах. Лежалый трос имеет неприятный запах и при его сгибании потрескивает смола. Бельный трос не должен иметь запаха гари, гнили и плесени.

При работе с растительными тросами необходимо помнить следующее. Трос кабельной работы на 25% слабее троса той же толщины тросовой работы; четырехпрядный трос на 20% слабее одинакового с ним по толщине трехпрядного; мокрый трос слабее сухого; чем круче трос, тем он слабее; трос тросовой работы менее эластичен, чем трос кабельной работы. Каждый сплесень (место сращения тросов) уменьшает крепость троса на $^1/_6$—$^1/_{10}$ и потому более двух сплесеней в тросе не допускается. Новые ра-

стительные тросы вытягиваются без потери своей прочности на 8—9% (8—9 *см* на 1 *м* длины).

Кокосовый трос в четыре раза слабее пенькового смольного той же толщины и в два раза меньше по весу. Он вытягивается перед разрывом до 35% первоначальной длины. Хлопчатобумажные тросы гораздо слабее пеньковых и в такелажном деле применяются редко.

Растительные тросы, удовлетворяющие всем требованиям стандарта и техническим условиям, поступают в эксплуатацию. Сначала распускают бухты троса, отмеривают и отрезают нужные по длине концы.

Рис. 45. Размотка бухты растительного троса: *а* — правильная; *б* — неправильная.

При распускании бухты надо следить за тем, чтобы трос не спутывался: бухту освобождают от тары и связок, кладут боком на землю, продевают внутренний конец через отверстие в середине к другому ее основанию и осторожно разматывая шлаги троса, распускают всю бухту (рис. 45).

Размотанную часть троса измеряют рулеткой и по обеим концам вблизи линии отреза ставят марки (для предупреждения самораспускания троса). После этого специальным ножом отрезают куски троса от бухты.

Основные требования, предъявляемые к растительным тросам, — прочность, гибкость, защищенность от разрушительного действия влаги и надежность в эксплуатации. Достаточная прочность достигается подбором сырья соответствующего качества, гибкость зависит от прочности и способа изготовления троса. Область его применения предопределяет гибкость; третье требование удовлетворяется осмолкой сырья и, наконец, четвертое — условиями правильной эксплуатации и надлежащим уходом за тросами.

Самыми прочными из растительных тросов являются манильские, но они значительно уступают пеньковым в гибкости и сроке службы. Что касается лучших сизальских и кокосовых тросов, то в гибкости они не могут конкурировать с лучшими пеньковыми тросами.

Таблица 1

Классификация растительных тросов

№ стандарта	Наименование и основная характеристика тросов				Окружность тросов, *мм*	Рекомендуемая область применения
ГОСТ 483—55	Тросы пеньковые	Бельные	Обыкновенные трехпрядные (тросовой работы)		30—115	Такелаж и тросы гребно-парусных судов и командирских разъездных катеров. Тросы подъемных устройств (лопари талей, оттяжки, грузовые стрелы, гордени), бегучий такелаж и т. д.
		Смольные			30—350	Швартовы, буксиры, дректовы, шкоты пластырей, найтовы, грунтовы, швартовные кранцы, штормовые трапы, облицовка парусов и пластырей и т. д.
			Отворотные (кабельной работы)		150—450	Швартовы и буксиры
ГОСТ 1091—41	Лини морские пеньковые	Бельные и смольные	Тросовой работы	Линь Лаглинь Лотлинь	18—25 18 25	Такелаж гребно-парусных судов, штерты, бросательные концы, лееры спасательных средств, лини для лотов и т. д.
		Бельные	Кабельной работы	Диплотлинь	35	
		Бельные и смольные	Обыкновенные	Марлинь Шкимуджгар	8 12; 16	Расходный поделочный материал для такелажных работ (тренцевание и клетневание, наложение марок, бензелей и т. д.)
ОСТ НКЛП 7628/728	Шнуры плетеные льняные (фалы)				18,8—37,7	Сигнальные фалы, лаглинь и т. д.
ГОСТ 1315—44	Тросы «Геркулес»		Четырехпрядные		17—29	Швартовы, вожаки дрифтерных сетей, поводцы сетей, тетивы шторм-трапов, устройства подачи топлива траверсным способом и т. д.
			Шестипрядные		32; 36	Швартовы

Примечания. 1. При гарантированных поставках не исключается возможность применения манильских, сизальских или синтетических тросов.

2. Для подъемных устройств (лопари талей, оттяжки грузовых стрел, гордени и пр.) и бегучего такелажа и судов требуется применение смольных тросов.

Растительные тросы имеют сравнительно небольшой срок службы. К числу требований ухода за ними относятся необходимость хранения в сухих и хорошо проветриваемых помещениях, а также постоянное наблюдение за их состоянием. При попадании в соленую воду или загрязнении тросы нужно тщательно промыть в пресной воде и хорошо просушить. Растительные тросы надо предохранять от огня, жара и дыма. Губительными для них являются минеральные масла и кислоты, уничтожающие противогнилостные фенолы, которые предохраняют тросы от гниения. Все эти требования относятся главным образом к так называемым рабочим тросам, постоянно используемым в разнообразных такелажных работах при постройке судов. Тросы для снабжения судов сдают на суда одновременно с установкой по местам.

Плетеные тросы широко применяются на судах морского флота в качестве сигнальных фалов и лаглиней. Они изготовляются с сердцевиной из пеньки или тросовой пряжи. Сырьем является льняная нитка (суровая и вареная) двойная, тройная и четверная от 6-го до 5-го номера.

Плетеные тросы отличаются эластичностью, малым весом и отсутствием стремления к раскручиванию. В силу особого качества и добротности пряжи их разрывное усилие несколько больше разрывного усилия витых тросов, а вес единицы длины на 25—30% меньше веса единицы длины обыкновенных тросов того же диаметра. В отличие от других растительных тросов плетеные измеряют по диаметру. Наиболее распространенные размеры диаметров плетеных тросов следующие: 8, 10, 12 и реже 4, 4,25 *мм*.

К недостаткам плетеных тросов следует отнести малую способность к восприятию динамической нагрузки, вследствие того что они дают весьма малое удлинение. Поэтому для их изготовления требуются более высокие номера пряжи, а значит и высококачественное сырье. Кроме того, эти тросы невозможно сплесневать.

В заключение следует упомянуть морские лини, изготовляющиеся по ГОСТ 1091—41.

В табл. 1 приводятся классификация растительных тросов и рекомендуемые размеры.

§ 10. СТАЛЬНЫЕ ТРОСЫ

В последние годы канатные заводы Советского Союза значительно расширили номенклатуру и заметно улучшили качество выпускаемых стальных тросов.

В СССР выпускаются стальные канаты более 12 000 типоразмеров по ГОСТ 3062—55 — ГОСТ 3098—55; ГОСТ 7665—55 — ГОСТ 7685—55; ГОСТ 2173—43 — ГОСТ 2688—55; технические условия для всех стальных тросов содержатся в ГОСТ 3241—55. По типам, размерам и разрывным усилиям стальные тросы должны удовлетворять всем требованиям, содержащимся в стандартах на соответствующие их виды.

На рис. 46 приведены наиболее употребляемые конструкции стальных тросов. Все стальные тросы могут быть классифицированы по ряду основных технических характеристик.

1. По вязким свойствам проволоки. Тросы изготовляют из стальной светлой или оцинкованной канатной проволоки марок В, I и II, покрытой антикоррозийной смазкой (В — высшая марка, I и II — марки первого и второго сортов). Эти свойства определяются числом скручиваний и перегибов. Стальные тросы, применяющиеся в особо ответственных случаях, должны изготовляться из проволоки марки В. При использовании проволок различных марок они оцениваются по установленной низшей марке проволоки.

2. По расчетному пределу прочности при растяжении (100—260 *кг/мм*²). Разбег предела прочности проволоки (каждой группы по диаметру), взятой из готового троса, не должен превышать величин, указанных в табл. 2.

Таблица 2

Разбег предела прочности проволоки стальных тросов

Расчетный предел прочности проволоки (маркировочный), *кГс/мм*²	Допускаемый разбег предела прочности проволоки, взятой из каната, для марок В, I и II, *кГс/мм*²			Расчетный предел прочности проволоки (маркировочный) *кГс/мм*²	Допускаемый разбег предела прочности проволоки, взятой из каната, для марок В, I и II, *кГс/мм*²		
	В	I	II		В	I	II
100	16	20	25	190	30	39	48
110	18	23	27	200	32	40	50
120	19	24	30	210	33	43	52
130	21	27	32	220	35	45	54
140	22	28	34	230	37	46	58
150	24	30	37	240	38	47	60
160	26	32	40	250	40	50	64
170	27	34	43	260	41	52	66
180	29	37	45				

Примечания. 1. В канатах марок I и II допускается отклонение от норм, приведенных в табл. 2, не более чем на 3% от общего количества проволок в канате, а разбег предела прочности проволоки — не более чем на 20%.

2. В канатах марок I и II при 25%-ном испытании проволок допускается отклонение от норм не более 1% проволок.

Нормы по числу перегибов и скручиваний проволок, взятых из готового каната, должны соответствовать ГОСТ 7372—55. При этом допускается снижение числа перегибов и скручиваний на единицу.

3. По форме поперечного сечения проволоки. Стальные тросы разделяют на тросы открытой конструкции из круглых проволок (рис. 46, *а—у*) и закрытой — из круглых и фасонных проволок (рис. 46, *ф*). В судостроении обычно применяются стальные тросы из круглых проволок.

Рис. 46. Конструкции наиболее употребительных стальных тросов:

а — ГОСТ 3064—55; 1 × 37 = 37; *б* — ГОСТ 3067—55; 7 × 19 = 133; *в* — ГОСТ 3069—55; 6 × 7 = 42; *г* — ГОСТ 3070—55; 6 × 19 = 114; *д* — ГОСТ 3071—55; 6 × 37 = 222; *е* — ГОСТ 3072—55; 6 × 61 = 366; *ж* — ГОСТ 3074—55; 8 × 37 = 296; *з* — ГОСТ 3076—55; 6 × 19 = 114; *и* — ГОСТ 3079—55; 6 × 37 = 222; *к* — ГОСТ 3080—55; 8 × 19 = 152; *л* — ГОСТ 3081—55; 6 × 19 × 7 × 7; *м* — ГОСТ 2688—55; 6 × 19 = 114; *н* — ГОСТ 3093—55; 6 × 24 = 144; *о* — ГОСТ 3084—55; 6 × 30 = 180; *п* — ГОСТ 3085—55; 6 × 30 = 180; *р* — ГОСТ 3086—55; 10 × 10 = 100; *с* — ГОСТ 3087—55; 5 × 23 = 115; *т* — ГОСТ 3088—55; 15 × 19 = 342; *у* — ГОСТ 3089—55; 6 × 7 × 19 = 798; *ф* — ГОСТ 3090—55 канат спиральный, закрытый.

4. По диаметру проволоки. Разделяются на тросы из проволоки одинакового диаметра (рис. 46, *а—ж* и 46, *т—у*) и разного диаметра — типа компаунд (рис. 46, *з—м*).

5. По виду покрытия. Цинковое покрытие проволок троса должно соответствовать требованиям ГОСТ 7372—55. Группа покрытия зависит от режима работы и обозначает: легкий (ЛС), средний (СС) и жесткий (ЖС) режимы работы механизма и троса. Покрытие гарантирует работу троса в соответствующем режиме и предназначается для его сохранности и длительного срока службы. В заказе на стальные тросы из оцинкованной проволоки обязательно указывается группа покрытия. Если группа не указана, тросы изготовляются с покрытием по группе ЛС.

Стальные тросы, применяемые для работы в морской или речной воде, а также для специальных видов работ, изготовляют из оцинкованной проволоки. Стальные тросы с ограниченным сроком службы изготовляют из светлой проволоки с протекторной защитой в виде одной или нескольких оцинкованных или цинковых проволок, что обычно оговаривается в заказе.

Поверхность проволок каната должна быть без вмятин и ржавчины.

6. По длине проволоки. Концы проволок должны соединяться стыковой электросваркой. В месте соединения не должно быть ни утолщений диаметра, ни утонения, ни хрупких мест.

Концы проволок диаметром 0,7 *мм* и менее допускается соединять посредством их заделки внутрь пряди. В бензельных тросах независимо от диаметра проволоки допускается заделка концов проволоки внутрь троса.

На 1 *пог. м* троса допускается не более двух сварок или заправок проволок в разных поперечных сечениях. Расстояние между такими заделками концов проволоки должно быть в тросах диаметром до 5 *мм* не менее 5 *м*, а в тросах диаметром более 5 *мм* — не менее 20 *м*.

7. По материалу сердечников. Тросы бывают с органическими или минеральными, а также с металлическими сердечниками.

Органические сердечники изготовляют из волокон (пенька, манилла, сизаль), а также из хлопчатобумажной пряжи и корда (рис. 46, *в*, *к*, *м*, *у*).

В тросах диаметром 5 *мм* и более сердечники из хлопчатобумажной пряжи и корда не применяют. Сердечники из лубяных волокон должны соответствовать ГОСТ 5269—60, из пеньковых, сизальских и манильских канатов — ГОСТ 1088—41.

Сердечники тросов, применяемых в особых случаях, изготовляют из асбеста по ГОСТ 1779—55, из отожженной проволоки или другого огнестойкого материала (рис. 46, *б*, *л*).

8. По числу сердечников. Стальные тросы бывают с одним сердечником (рис. 46, *б—м*, *п—у*) и несколькими (рис. 46, *н*, *о*).

9. По форме поперечного сечения пряди троса. Стальные тросы разделяют на круглопрядные (рис. 46, *б—о*, *т—у*) трехграннопрядные (рис. 46, *и*), плоскопрядные (рис. 46, *р*) и овальнопрядные (рис. 46, *с*).

10. По числу прядей. Стальные тросы бывают однопрядные или спиральные (рис. 46, *а*), трехпрядные, пятипрядные (рис. 46, *с*), шестипрядные (рис. 46, *б—е*, *з*, *и*), восьмипрядные (рис. 46, *ж*, *к*) и восемнадцатипрядные (рис. 46, *т*).

11. По форме поперечного сечения троса. Тросы изготовляют круглыми и плоскими.

12. По числу повивов троса. Тросы бывают одинарной, двойной и тройной свивки кабельной работы.

Рис. 47. Направление, вид свивки стальных тросов и взаимное касание проволок в пряди: *а* — тросы правой и левой свивки; *б* — тросы крестовой и односторонней свивки; *в* — тросы с точечным касанием проволок; *г* — тросы с линейным касанием проволок.

13. По виду свивки стальные тросы изготовляют:

а) обыкновенные раскручивающиеся — пряди и проволоки не сохраняют своего положения в тросе после снятия марок (перевязок);

б) нераскручивающиеся — пряди и проволоки сохраняют свое положение после снятия марок, т. е. трос не раскручивается на отдельные пряди, а пряди — на проволоки;

в) некрутящиеся — многопрядные тросы с противоположным направлением свивки прядей по слоям.

14. По направлению свивки. По направлению свивки прядей и проволоки в прядях стальные тросы изготовляют:

а) правого и левого направления свивки;

б) крестовой, односторонней и комбинированной свивки (рис. 47, *а*).

Вид и направление свивки стальных тросов указывают в заказе. При отсутствии соответствующих указаний и оговорок изгото-

вляются обыкновенные, крестовой правой свивки тросы. Стальные многослойные спиральные тросы в этом случае изготовляются так, чтобы направление свивки проволок чередовалось в двух смежных верхних слоях. Направление свивки прядей по отдельным слоям стальных многопрядных тросов должно указываться в заказе.

Стальные тросы должны иметь по всей длине равномерный шаг свивки прядей и проволок в прядях.

Шаг свивки прядей в тросах с точечным касанием (ТК) проволок в прядях не должен превышать 7,5-кратного диаметра троса, а для тросов с линейным касанием (ЛК) — 6,5-кратного.

Шаг свивки проволок в прядях не должен превышать соответственно 11-кратного диаметра пряди в тросах с ТК проволок в прядях и 10-кратного — в тросах с ЛК, причем для тросов с ЛК указанная кратность относится только к наружному слою проволок в прядях. Что же касается шага свивки проволок в прядях и шага свивки прядей в тросе, то иногда по особому требованию заказчика их размеры устанавливаются по соглашению.

15. По роду свивки проволок в прядях. Стальные тросы изготовляют трех основных типов (рис. 47, *б*):

а) ТК — с точечным касанием отдельных проволок в прядях;

б) ЛК — с линейным касанием проволок;

в) ТЛК — с точечным и линейным касанием проволок.

Пряди стальных тросов с ТК изготовляют по отдельным слоям из проволок одинаковых или разных диаметров.

Пряди стальных тросов с ЛК изготовляют четырех групп:

ЛК—О — в отдельных слоях пряди подбираются проволоки одинакового диаметра;

ЛК—Р — в верхнем слое пряди подбираются проволоки двух разных диаметров;

ЛК—РО — по отдельным слоям пряди подбираются проволоки разного и одинакового диаметров;

ЛК—З — между двумя слоями проволок в пряди размещаются заполняющие проволоки меньшего диаметра.

Пряди стальных тросов с ТЛК изготовляются как первые три группы прядей с ЛК и бывают ТЛК—О, ТЛК—Р и ТЛК—РО.

16. По диаметру тросов. Диаметр стального троса должен соответствовать размерам, указанным в соответствующих стандартах на типы и размеры тросов. Тросы диаметром более 70 *мм* изготовляются по соглашению сторон.

Длина троса устанавливается в заказе. При отсутствии оговорок трос изготовляется длиной не менее 200 *м*.

В некоторых случаях, когда длина троса должна быть больше допускаемой, по соглашению разрешается сращивание троса (за исключением тросов, используемых для подъема людей и грузов).

Длина сращенного участка троса (сплесня) не должна быть меньше следующих величин.

Диаметр каната, *мм*	Длина сплесня, *м* не менее	Диаметр каната, *мм*	Длина сплесня, *м* не менее
До 15	6	33—36	16
15—19	8	37—40	18
20—22	9	41—50	20
23—25	10	51—60	22
26—28	12	61—65	24
29—32	14	66—70	32

Проволоки в тросах не должны быть оборванными или перекрещивающимися. Лишь при заделке концов проволоки диаметром менее 0,7 *мм* допускается местное перекрещивание и смещение.

Пряди троса не должны иметь заломов и выпучиваний. В нераскручивающихся тросах допускается небольшая слабина прядей, исчезающая при правильной их эксплуатации.

Допускаемые отклонения (в %) по длине троса должны быть:

Для тросов длиной до 500 *м* . . +2
» » » более 500 *м* +1

Разрывное усилие тросов должно быть не меньше величины, указанной в таблице соответствующего стандарта для расчетного предела прочности проволоки. Суммарное разрывное усилие троса при 100-процентном испытании проволок троса определяется суммой разрывных усилий и при выборочном испытании — как произведение среднеарифметического значения разрывных усилий отдельных проволок на их число в тросе.

Разрывное усилие троса в целом определяется испытанием образцов троса на разрыв. В этом случае марка проволок троса определяется для марки В при 25-процентном испытании, а для марок I и II при 10-процентном испытании.

Основные положения правил приемки и испытаний стальных тросов состоят в следующем. Готовые тросы должны быть приняты ОТК завода-изготовителя. Завод-изготовитель должен гарантировать соответствие всех выпускаемых тросов требованиям ГОСТ и снабжать каждый трос сертификатом.

Потребитель имеет право производить контрольную проверку качества поступающих к нему тросов и соответствия их показателей требованиям ГОСТ и стандартам на типы и размеры, применяя правила отбора проб.

Проверке качества поверхности, размера, типа, рода и вида свивки троса подвергаются все стальные тросы.

В тросах марок В и I (крановые и шахтные подъемные тросы) проверяют на предел прочности и перегиб все проволоки, а в прочих тросах — 25% проволок.

В тросах марки В на кручение проверяют 25% проволок, а в тросах марок I и II — 10% проволок.

Разрывное усилие троса в целом проверяется на образце, отрезанном от одного конца троса.

Качество цинкового покрытия (прочность и химическая стойкость) проверяют на 5% проволок от каждого троса, но не менее чем на десяти проволоках от разных прядей.

При несоответствии результатов проверки требованиям стандарта трос от поставщика не принимается.

Рис. 48. Измерение стальных (и растительных) тросов по диаметру: *а* — правильное измерение; *б* — неправильное измерение.

По особому требованию потребителя устанавливаются дополнительные виды испытаний тросов, в том числе и химический анализ.

Осмотр поверхности каната производят без увеличительных приборов.

Диаметр стального троса измеряют с точностью до 1,1 *мм* штангенциркулем (рис. 48). Иногда стальной рулеткой или лентой

Рис. 49. Перевязка троса в местах отреза.

шириной не более 5 *мм* производят замер длины окружности троса с последующим расчетом его диаметра (см. рис. 44). При нечетном числе прядей диаметр стального троса определяют только измерением длины его окружности.

Образцы для проверки и испытаний отбирают от каждого троса или от одной из бухт. Перед отрезкой образцов для механических испытаний концы раскручивающихся тросов с обеих сторон недалеко от места отрезки должны быть прочно обвязаны мягкой проволокой (рис. 49). В зависимости от типа и диаметра тросов число и ширина марок должны соответствовать величинам, указанным в табл. 3.

При определении типа троса проверяют количество прядей и стрендей, количество проволок в каждом слое пряди, диаметр

Таблица 3

Число и длина марок на тросе при отрезании концов

Диаметр каната, *мм*	Число марок		Длина марки, *мм*	Расстояние между марками, *мм*
	канаты крестовой свивки с органическим сердечником	канаты многопрядные односторонней свивки без органического сердечника		
До 15	2	3	15	25
15—24	3	3	25	50
25—30	3	4	40	50
31—44	3	4	50	50
45—50	3	4	75	50
51 и более	3	4	100	75

проволоки, качество смазки, а также расположение проволок в пряди и прядей в тросе.

Плотность свивки проверяют при внешнем осмотре троса.

Механические свойства проволок троса проверяют на проволоках, взятых из расплетенного конца каната.

Предел прочности проволоки при растяжении определяют на разрывной машине мощностью, не превышающей пятикратного значения разрывного усилия испытываемой проволоки при расстоянии между захватами машины 120—200 *мм*.

Для испытания проволоки с узлом на разрыв образец длиной около 200 *мм* завязывают простым узлом без сильного затягивания. Полная затяжка узла производится при растяжении образца на разрывной машине.

Испытание проволоки на перегиб производится по ГОСТ 1579—42, а на скручивание — по ГОСТ 1545—42. Фасонную проволоку на перегиб и скручивание не испытывают.

Суммарное разрывное усилие каната при 100-процентном испытании проволок определяют в соответствии с ГОСТ 3241—55.

Суммарное разрывное усилие P троса (в килограмм-силах) при выборочном испытании определяют по формуле

$$P = \frac{p}{n} N,$$

где p — сумма разрывных усилий проволок, подвергнутых испытанию;

n — число испытанных проволок;

N — общее число проволок в тросе.

Отожженная проволока, применяемая в сердечниках, в общее число проволок троса не включается. Определение разрывного

усилия троса в целом производят на разрывной машине любой конструкции, причем максимальное усилие машины не должно превышать предполагаемое разрывное усилие троса более чем в пять раз. Расстояние между местами закрепления образца должно быть примерно равным 20 диаметрам троса, но не менее 250 *мм*. Образец может быть закреплен любым способом, обеспечивающим надежность крепления.

Если разрыв образца произошел на расстоянии менее 50 *мм* от места закрепления и разрывное усилие соответствует требованиям стандарта, то испытание признают действительным. В противном случае производят повторное испытание.

Если суммарное разрывное усилие всех проволок троса окажется ниже разрывного усилия, указанного в таблице соответствующего стандарта, то по соглашению сторон трос испытывают на разрывное усилие в целом. Его можно считать годным, если разрывное усилие окажется не ниже величины, указанной в стандарте.

Стальные тросы ответственного назначения с согласия обеих сторон испытывают на выносливость по ГОСТ 2387—44, ГОСТ 5031—49 и ГОСТ 5032—49.

Испытание прочности цинкового покрытия канатной проволоки и прочности сцепления его с основным металлом, а также химической стойкости покрытия производят в соответствии с ГОСТ 7372—55.

Если результаты испытания соответствуют требованиям этого ГОСТ, потускнение цинкового покрытия проволоки, белый налет и участки темных пятен не служат основанием для их брака. В этих случаях руководствуются следующим. При испытании проволок с белыми пятнами проволоку предварительно протирают мягкой тканью, после чего подвергают обычным испытаниям. Образцы проволоки с темными пятнами перед испытанием проходят обычную подготовку — обезжиривание и промывку. Удалять темные пятна методом, который может повредить цинковое покрытие, не разрешается.

При несоответствии результатов проверки требованиям стандарта тросы от поставщика не принимаются.

В случае неудовлетворительных результатов по всем видам испытаний тросов марки В, они оцениваются по марке I или II.

Завод-изготовитель производит упаковку и маркировку готовой продукции в соответствии со следующими правилами. Стальные тросы диаметром до 30 *мм* при максимальном весе до 700 *кг* могут сдаваться в прочно перевязанных бухтах. Трос диаметром более 30 *мм* и весом более 700 *кг* должен наматываться на деревянные или металлические барабаны. Кроме того, независимо от диаметра и веса тросы для подъема и спуска людей, несущие тросы для подвесных дорог, для висячих мостов, для линий электропередач и т. д., также должны наматываться на ба-

рабаны. По соглашению допускается свертывание в одну бухту нескольких тросов одной марки и одного диаметра, при этом вес бухты не должен превышать 700 *кг*.

Для изготовления барабанов может применяться материал лиственных и хвойных пород. Диски и шейки барабанов покрывают предохранительной смазкой или изоляционным материалом.

Диаметр цилиндра барабана должен быть не менее 15-кратного диаметра троса. Для закрытых тросов — не менее 45-кратного диаметра троса.

Борт барабана должен выступать над наружным слоем намотанного троса не менее чем на величину, равную двойному диаметру троса (при диаметре троса до 25 *мм*) и не менее чем на 50 *мм* (при диаметре троса более 25 *мм*).

Внутренние части барабана, соприкасающиеся с тросом, не должны иметь выступающих металлических частей (гвоздей, болтов и т. д.) и острых ребер опалубки цилиндра.

Концы троса прочно прикрепляются к барабану мягкой проволокой, веревкой или органическим сердечником.

Трос на барабанах и в бухтах должен быть уложен плотными неперепутанными рядами. Концы троса обвивают мягкой проволокой или бензелем.

Тросы из светлой и оцинкованной проволоки при намотке на барабаны и бухты смазывают по всей длине для защиты от коррозии.

Иногда по требованию потребителя тросы поставляют несмазанными или покрытыми специальными смазками.

Для защиты тросов от коррозии рекомендуются следующие смазки: УН (технической вазелин) ГОСТ 782—59; УНЗ (пушечная смазка) ГОСТ 3005—51; ГОСТ 2712—52 (смазка АМС-3) и ГОСТ 5570—50 (канатная мазь). Могут применяться также смазки, изготовленные на кальциевых мылах, жирных и смоляных кислотах, например солидолы (ГОСТ 4366—56, ГОСТ 1033—51) или им подобные с температурой каплепадения не ниже 40° С.

В некоторых случаях по требованию заказчика тросы дополнительно упаковывают (обертывают водонепроницаемой бумагой, обшивкой, опалубкой барабанов и т. д.).

При намотке на барабаны оцинкованных тросов ответственного назначения тросы не должны соприкасаться непосредственно с деревом барабана. В этом случае конструкция барабана и изоляция должны соответствовать специальным техническим требованиям, причем учитывается, что при упаковке оцинкованных тросов не допускается применение материалов с высокой гигроскопичностью (мешковина, тарная ткань, оберточная бумага и т. д.).

Если тросы транспортируют в открытых вагонах, опалубка тросов является обязательной.

Таблица 4

Классификация стальных (проволочных) тросов

№ стандарта	Наименование и краткая характеристика тросов по ГОСТ	Диаметр тросов, *мм*	Рекомендуемая область применения
ГОСТ 3062—55	Канат спиральный, тип ЛК-0 1×7 = 7 проволок	1,95—3,9	Бензели для такелажных работ
ГОСТ 3066—55	Трос типа ЛК-0 7×7 = 49 проволок с металлическим сердечником	1,8—1,98	Приводы машинного телеграфа и управления газом малых судов
ГОСТ 3067—55	Трос типа ТК 7×19 = 133 проволоки с металлическим сердечником	3,0—45,0	Стоячий такелаж (штаги, ванты, фордуны, оттяжки и пр.), такелаж радиоантенн, штуртросы, тросы лифтов, подъемников, лееры, тросы тентового устройства и т. д.
ГОСТ 3071—55	Трос типа ТК 6×37 = 222 проволоки с органическим сердечником	4,8—43,5	Тросы подъемных устройств (шкентели грузовых стрел, подъемников, кранов, гордени, тросы талей и пр.), лопари шлюпбалок, стропы и т. д.
ГОСТ 7665—55	Трос типа ЛК-3 6×25 = 150 проволок с органическим сердечником	7,7—43,5 20—46,5	Стоячий такелаж (штаги, ванты, фордуны, оттяжки и т. д.)
ГОСТ 7667—55	Трос типа ЛК-3 6×25 = 150 проволок с металлическим сердечником конструкции 7×7 = 49 проволок	7,5—45,0	Тросы подъемных устройств при многослойной навивке на барабане
ГОСТ 3083—55	Трос типа ТК 6×24 = 144 проволоки с семью органическими сердечниками	8,4—48,5	
ГОСТ 3084—55	Трос типа ТК 6×30 = 180 проволок с семью органическими сердечниками	8,7—65	Швартовы, буксиры, стропы, бегучий такелаж и т. д.

При длительном хранении на складе тросы должны периодически осматриваться (не реже одного раза в год) и обязательно смазываться.

Каждый трос должен быть снабжен металлической или деревянной биркой, на которой должно быть указано: а) наменование или товарный знак завода-изготовителя; б) заводской номер троса; в) условное обозначение троса; г) длина троса в метрах; д) вес брутто троса в килограммах; е) дата изготовления; ж) номер соответствующего стандарта. Кроме того, на бирке должно быть клеймо ОТК завода-изготовителя.

Каждый трос снабжают сертификатом с указанием: а) наименования или товарного знака завода-изготовителя; б) наименования организации, в систему которой входит завод-изготовитель; в) диаметра троса; г) типа троса; д) вида покрытия проволоки; е) вида и рода смазки; ж) направления свивки многорядного троса; з) направления свивки отдельных слоев пряди; и) длины троса; к) веса брутто троса; л) условного обозначения троса; м) результатов механических испытаний; н) расчетного предела прочности проволоки; о) суммарного разрывного усилия всех проволок в тросе; п) разрывного усилия троса в целом; р) номера соответствующего стандарта.

Рис. 50. Сравнительные размеры стального и пенькового тросов одинаковой прочности.

В табл. 4 указаны ограничения на стальные тросы.

В судостроении главным образом применяются жесткие, гибкие и особо гибкие стальные тросы. Жесткость троса достигается выбором проволок большего диаметра и соответственным уменьшением их количества в тросе.

Гибкие и особо гибкие тросы получаются при уменьшении диаметра проволок и соответственного увеличения их числа в тросе, а также введением органических сердечников в каждую прядь. Гибкость стальных тросов обеспечивается и уменьшением коэффициента плотности тросов при их изготовлении. Сравнение размеров тросов одинаковой прочности дается на рис. 50. Стальной трос в шесть-восемь раз прочнее пенькового того же диаметра.

При работе со стальными тросами очень часто необходимо быстро определять их характеристику, вес, разрывное усилие и т. д.

Для жестких и полужестких стальных тросов разрывное усилие может быть найдено по формуле

$$P = 4{,}8C^2.$$

Для толстых полужестких тросов

$$P = 5{,}5C^2.$$

Для гибких стальных тросов

$$P = 4C^2.$$

Для гибких толстых тросов

$$P = 3{,}3C^2.$$

Рабочее усилие стальных тросов составляет около $^1/_6$ разрывного усилия, причем в тех случаях, когда стальной трос работает на лебедках, шпилях и т. д., рабочее усилие троса уменьшается до $^1/_{10}$ от разрывного.

Рис. 51. Способы распускания бухты нового стального троса.

Стальной трос, имеющий на своей поверхности разорванные проволоки (иголки), считается непригодным для работы, если количество иголок на 1 *пог. м* троса превышает 10.

С помощью эмпирических формул можно найти вес 1 *пог. м* стального троса по формуле

$$P = 0{,}00035C^2.$$

Вес 1 *пог. м* гибкого троса найдется по формуле

$$P = 0{,}0003C^2.$$

Стальные тросы требуют постоянного и внимательного ухода. Этим в значительной степени обеспечивается их долговечность и надежность в работе. Большую опасность для стального троса представляют колышки, образующиеся от самозакручивания и неумелого обращения с тросом. Нужно учитывать, что стальной трос нельзя уложить в бухту так же, как пеньковый, его укладывают в зависимости от свивки. Если на тросе имеется несколько колышек, его заменяют.

На стальных тросах не допускаются крутые изгибы, от чего они ослабляются, ломаются и становятся менее прочными. Не разрешается связывать два стальных троса узлами, их следует соединять с помощью скобы, причем в каждый конец заделывать коуш. Надо наблюдать и за тем, чтобы диаметр шкива соответствовал диаметру троса блока, а при работе троса на кнехтах или битенгах необходимо следить за правильным его наложением и не допускать заворачивания троса спиралью.

Для предохранения оцинковки от порчи запрещается околачивать стальные тросы ручником или кувалдой.

Рис. 52. Размотка бухты стального троса с помощью механических талей.

После работы стальной трос сворачивают в бухты, перевязывают в нескольких местах каболками и подвешивают в кладовой такелажной мастерской на брусьях, болтах или навивают на специальные вьюшки.

Способ разматывания бухты растительного троса не может быть применен для распускания бухты стального троса. Если бухта стального троса намотана на барабан, то ее надевают на ось (лом или трубу) и поднимают на подставки. Бухту троса распускают за свободный конец (рис. 51).

Если трос свернут в бухту без барабана, его разматывают с помощью дифференциальных талей (рис. 52). В этом случае бухта плашмя укладывается на деревянный круг или крестовину, поднимается и распускается с наружного конца вращением ее на гаке талей.

Этот же способ часто применяют и без талей. Бухту троса укладывают плашмя на землю и начинают распускать с наружного конца. При этом следят за тем, чтобы шлаги не сваливались, так как они могут перепутаться и удлинить время распускания.

К числу положительных качеств стальных тросов в сравнении с растительными, имеющими то же рабочее усилие, следует отнести легкость, прочность и долговечность.

Стальной трос в шесть-восемь раз прочнее пенькового той же толщины.

Наряду с положительными свойствами стальные тросы имеют и недостатки, из которых главными являются: склонность к образованию колышек, порча от оборжавления, частая и легкая повреждаемость при ударах и изгибах и малое удлинение (всего лишь до 2%).

§ 11. ТРОСЫ КОМБИНИРОВАННЫЕ И ИЗ СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

Комбинированные тросы относятся к группе тросов, состоящих из растительных волокон и стальных проволок, входящих в конструкцию троса в соответствующих комбинациях и получивших название пенька-сталь. Эти тросы состоят из стальных прядей, покрываемых пеньковой пряжей и нитями органического или металлического сердечника. В некоторых случаях пряжей покрывают не стальные пряди, а готовые стальные тросы тросовой работы.

Рис. 53. Комбинированный шестипрядный трос «Геркулес».

Тросы пенька-сталь тросовой конструкции «Геркулес» обычно изготовляются четырех-, пяти- и шестипрядными с пеньковым сердечником. В некоторых случаях изготовляют также и трехпрядные тросы этого типа. Тросы «Геркулес» изготовляют по ГОСТ 1315—41 и обычно крестовой правой свивки диаметром от 8 до 29 *мм* и широко применяют на судах тралового лова. На рис. 53 показан шестипрядный комбинированный трос «Геркулес».

Из комбинированных тросов тросовой конструкции изготовляют два типа комбинированных тросов кабельной конструкции, которые применяются в качестве ответственных буксирных и швартовных тросов на судах морского флота. В первом типе в качестве стрендей используют тросы «Геркулес» тросовой конструкции— шесть стрендей располагают вокруг пенькового сердечника. Во втором типе тросов этой группы отдельные стренди изготовляют из чередующихся шести прядей, из которых три изготовляют из проволоки в виде пряди, а другие три — из органической пряжи в виде тросов тросовой конструкции.

Тросы первого типа носят название «Тайфун» и обычно изготовляются с левым направлением свивки и размерами по окружности 100, 190 и 215 *мм* (рис. 54). На рис. 54 показан трос (разновидность «Тайфуна»), состоящий из отдельных стальных

и пеньковых прядей. Он применяется в тех случаях, когда имеет место истирание верхнего покрова прядей. Иногда для этой же цели применяют комбинированный трос типа «Геркулес» с толстым пеньковым покровом.

Рис. 54. Комбинированный трос «Тайфун» и его разновидности.

Тросы из синтетических волокон. В последнее время в судостроении находят все большее применение тросы из синтетических волокон, вытесняя другие тросы. В ряде организаций водного транспорта, лесосплава и рыбной промышленности успешно применяются капроновые и нейлоновые тросы.

В СССР изготовляется несколько разновидностей синтетических тросов по различным ведомственным нормалям, в частности капроновые тросы выпускаются по ГОСТ 10293—62. Основным материалом для капроновых тросов является капроновый шелк, из которого скручиванием трех прядей, свитых из каболок, методом правой свивки изготовляют тросы двух групп: повышенной и нормальной прочности.

ГЛАВА V

ТАКЕЛАЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СУДОСТРОЕНИИ

§ 12. ТАКЕЛАЖНЫЕ ЦЕПИ

При выполнении такелажных работ на судостроительных заводах наряду с тросами часто применяют грузовые и тяговые такелажные цепи (ГОСТ 2319—55). Как и тросы, такелажные цепи употребляют при погрузке и перемещении тяжестей, но главным образом при монтаже приспособлений, устройств и их частей (рис. 55).

Рис. 55. Такелажные цепи: *а* — общий вид цепи; *б* — звено цепи.

Такелажные цепи состоят из звеньев овальной формы без распорок (контрфорсов). Изготовляют их из прутков мягкой литой прокатной стали или сварочного железа. Прутки предварительно испытывают на разрыв, загиб в холодном и горячем состоянии, пробивку дыр и свариваемость. Нормы испытаний и их методы определяются соответствующими стандартами и Регистром СССР для каждого материала в отдельности.

По размерам звеньев такелажные цепи подразделяются на короткозвенные и длиннозвенные. Толщина цепи d (ее основной размер) определяется по величине диаметра прутка, из которого сделаны звенья.

У короткозвенных цепей длина звеньев не превышает $5d$, а ширина $3{,}5d$.

У длиннозвенных цепей длина звеньев 5,5d и более, а ширина 3,5d.

Цепи бывают калиброванные и некалиброванные. У калиброванных цепей допускаемые отклонения по шагу не должны превышать ±3% от диаметра прутка звена, а по ширине — 5% от того же диаметра.

Некалиброванные цепи отличаются от калиброванных тем, что имеют более свободные пределы отклонений и потому звенья в них неодинаковы по величине.

Такелажные цепи изготовляют либо горновой сваркой (кузнечной), либо электросваркой, причем цепи диаметром 13 *мм* и более изготовляют только горновой сваркой, а диаметром до 13 *мм* — чаще электросваркой, хотя применяют и горновую.

Такелажные цепи выполняют длиной по 50 *м* каждую, но в зависимости от условий заказа эта длина может меняться. Часто встречаются цепи длиной 25 *м*.

На все цепи, в том числе и такелажные, стандарт не налагает ограничений по длине. Исключение составляют якорные цепи, которые по длине должны быть не менее 25 *м* и не более 27,5 *м*. Цепи обычно изготовляют на специальных заводах.

Все готовые цепи должны пройти наружный осмотр и испытание на разрыв и растяжение. При осмотре проверяют их размер и конструкцию (если обнаруживают дефектное звено, его заменяют новым). Для испытания на разрыв вырубают образцы из расчета пяти соединенных между собой звеньев при калибре цепи менее 12 *мм* и трех звеньев при калибре цепи 12 *мм* и более. Для такелажных и прочих короткозвенных цепей калибром менее 30 *мм* берется один образец с каждых 50 *м* длины цепи, а при калибре цепи 30 *мм* и более с каждых 25 *м*.

Вырубленные образцы устанавливают на цепопробный станок, натяжение постепенно доводят до пробной нагрузки, измеряют наружную длину образца и записывают. Затем натяжение образца доводят до установленной для данной цепи разрывной нагрузки, после чего опять замеряют наружную длину образца и записывают. Продолжая повышать нагрузку, разрывают образец и записывают усилие, при котором он разрушился. Если испытываемый образец разорвется до или в момент достижения разрывной нагрузки данной цепи, это значит, что он не выдержал испытания. В этом случае вырубают еще один образец из той же цепи. Если испытание второго образца дает такие же результаты, данная цепь бракуется.

Если образцы выдержали испытание на разрыв, цепи, из которых они были взяты, снова сваривают и подвергают каждую в отдельности испытанию на цепопробном станке на растяжение пробной нагрузкой. Натяжение цепи доводят до $^1/_{10}$ пробной нагрузки и производят замер ее длины. Затем натяжение доводят до величины пробной и снова измеряют цепь. Сравнение этих

двух замеров дает величину удлинения цепи, которая обычно не должна превышать 2,5—3%.

Цепи бракуют если: а) они разорвутся до или в момент достижения пробной нагрузки; б) хотя бы одно звено лопнет; в) количество звеньев, имеющих наружные пороки (трещины, раковины, плевы), составляет более 5% всех звеньев цепи; г) при испытаниях на растяжение порвутся по линии сварки три основных звена.

При проведении испытаний руководствуются данными испытательных нагрузок по соответствующим стандартам.

Цепи, выдержавшие испытания, а также удовлетворяющие всем предъявляемым требованиям, принимают как годные к употреблению. При этом каждую цепь тщательно осматривают, взвешивают и ставят приемочные клейма на обоих концах, а в длинных цепях — и на промежуточных звеньях через 8—9 *м*.

На окончательно принятую цепь составляют сертификат (или формуляр), куда заносят все данные об испытаниях цепи и ее конструкции. Этот документ составляется по особой форме представителем Регистра СССР.

К недостаткам такелажных цепей в первую очередь надо отнести большой вес по сравнению со стальными тросами, что не всегда компенсируется их повышенной прочностью. Кроме того, цепи почти не обладают эластичностью ввиду их малой способности к удлинению и потому могут неожиданно разрываться при отсутствии заметных наружных признаков. Цепи не допускается применять при работе на крутых изгибах и изломах, а в тех случаях, когда их применяют на шкивах, для нормальной работы необходимо подбирать диаметры шкивов по соответствующим нормативам.

При эксплуатации такелажные цепи требуют ухода и тщательного наблюдения.

Необходимо постоянно следить за местами соприкосновения звеньев и заменять их там, где уменьшение диаметра звеньев в результате перетирания становится опасным. Кроме того, цепи требуют защитных антикоррозийных покрытий (оцинковка, окраска или смазка) и постоянного наблюдения за состоянием их поверхности, для чего их периодически осматривают при предварительном отжиге. Истирание звеньев цепи, препятствующее дальнейшему использованию, в среднем определяется в размере 10% от первоначального диаметра цепи, но в зависимости от назначения цепи величина допускаемого истирания может изменяться в ту или другую сторону.

Кроме рассмотренных такелажных цепей в судостроении применяются еще и другие цепи специального назначения (якорные с распорками и без распорок, грузовые и штуртросовые).

§ 13. ТАКЕЛАЖНЫЕ СКОБЫ

По назначению скобы подразделяют на такелажные, якорные (соединительные), швартовные и скобы якорей. В свою очередь каждые из перечисленных групп скоб различают по конструкциям, а некоторые из них еще подразделяют на обыкновенные и патентованные.

Такелажные скобы изготовляют по ГОСТ 2476—56. Материалом служит сталь в виде прутков соответствующего диаметра.

Рис. 56. Такелажные скобы: *а* — изогнутая с нарезным штырем; *б* — прямая с нарезным штырем; *в* — закругленная со шплинтом; *г* — прямая со шплинтом.

Такелажные скобы изготовляют двух видов: со штырями с резьбой и со штырями, которые удерживаются в скобе шпилькой или чекой. Скобы бывают прямые и закругленные (рис. 56, *а—г*). Обычно такелажные скобы имеют штыри с винтовой нарезкой, в отличие от якорных, имеющих штыри-болты. Разница между якорными скобами и скобами, употребляемыми при подъеме тяжестей, заключается в том, что у первых болт с обеих сторон плотно прилегает к телу скобы и закругляется без выступа, а у вторых болт выступает головкой и противоположным концом,

в который вставляется чека. Иногда болт вместо чеки крепится гайкой.

Размер скоб определяется толщиной материала, из которого они изготовлены.

Скоба имеет спинку — закругленную часть дужки, лапки — прямые части той же дужки, проушины — отверстия для штыря, штырь с головкой (гладкой или с отверстием для завертывания), шпильку или гайку для стопорения болта.

Все скобы испытывают нагрузкой, величина которой определяется стандартом или нормалью. Номер скобы означает допускаемую нагрузку в тоннах.

Скобы применяют главным образом для совместной работы пеньковых и стальных тросов, а также цепей, поэтому подбор скоб целиком зависит от характера работ.

Чтобы предохранить скобы от ржавления, их оцинковывают.

Рабочая нагрузка скоб P может быть приближенно найдена по формулам

для прямой скобы

$$P = 4{,}8d^2;$$

для закругленной скобы

$$P = 4d^2,$$

где d — диаметр спинки, *мм*.

§ 14. КОУШИ

В местах изгибов тросов, а также при заделывании их концов часто употребляют к о у ш и, которые служат для предохранения троса в местах его изгиба от быстрого изнашивания (рис. 57).

Рис. 57. Коуши: *а* — для растительных тросов; *б* — для стальных тросов.

Коуши изготовляют на судостроительных заводах по ГОСТ 9869—61 и ГОСТ 2224—43 из стали способом давления и потому чаще всего они бывают коваными. Обычно их оцинковывают. Номера коушей означают допускаемую нагрузку. При приемке коуши проходят только наружный осмотр.

По виду они бывают продолговатые, с закругленной спинкой и полого сведенными концами, круглые и треугольные. Наиболее распространены продолговатые коуши.

По размерам коуши подразделяют на малые, средние и большие. По контуру они имеют желоб, предназначенный для укладывания в нем троса, причем размеры желоба и троса должны друг другу соответствовать.

Глубина залегания троса в желобе должна быть не менее половины его диаметра.

Подбором коуша, соответствующего данному тросу, определяются одновременно размеры коуша и прочность.

Концы коуша могут быть сваренными или же остаться несоединенными.

Для особо ответственных частей такелажного вооружения корабля изготовляют сплошные (кованые или литые) коуши с отверстиями для соединения со скобами.

§ 15. ВИНТОВЫЕ ТАЛРЕПЫ

Винтовые талрепы изготовляют из стали штамповкой на судостроительных заводах по ГОСТ 9690—61. Они широко применяются как главные части отдельных устройств и вооружения, а также при такелажных работах (рис. 58).

Рис. 58. Талрепы: *а* — открытый с двумя вилками; *б* — закрытый с двумя вилками; *в* — открытый с двумя гаками.

Различают одинарные и двойные талрепы. В судостроении наибольшее применение имеют двойные талрепы.

Талреп состоит из муфты и двух нарезных болтов. В зависимости от назначения нарезные болты заканчиваются крюками,

вилками, ушками или какой-либо их комбинацией. Если нарезной (тяговый) болт оканчивается вилкой, ее снабжают штырем со шплинтом.

Для предупреждения вывинчивания тягового болта и возможных потерь отдельных деталей талрепа, а также для придания ему вида цельного изделия, при сборке на внутренних концах нарезанной части болтов устанавливают либо ограничители вывинчивания, либо упорные стопорные шайбы.

Нарезная часть талрепов всегда должна быть промазана тавотом для предохранения от оборжавления.

При изготовлении их оцинковывают, что предусмотрено стандартом.

Нормы и метод испытаний талрепов указываются стандартом. В судостроительной практике обычно применяется метод подвешивания к ним требуемого груза, а испытание производится с помощью кранов. Нормой испытания является удвоенная допускаемая рабочая нагрузка, составляющая половину от разрывной.

Подбор талрепов для такелажных работ, а равно и для специальных устройств судов, рангоута и такелажа производят с учетом характеристик всех деталей и изделий, входящих в данную комбинацию.

§ 16. ГАКИ

Гаком называют стальной крюк, приспособленный для захвата троса, цепи, скобы или рыма при подъеме грузов.

Гаки применяются главным образом при выполнении такелажных работ по погрузкам, выгрузкам и перенесении тяжестей на стапеле и в период достройки судна.

Гак состоит из обуха — верхней части, спинки — наиболее толстой и закругленной части — и носка. Гаки бывают различных типов, систем и размеров (рис. 59).

У простых гаков плоскость обуха расположена перпендикулярно плоскости носка (рис. 59, *а*).

Повернутые гаки имеют обух и носок, расположенные в одной плоскости (рис. 59, *б*).

Складные гаки — это обыкновенные двойные гаки, складываемые носками, причем в месте складывания каждый из них утонен до половинной толщины. Складные гаки еще называют храпцами (рис. 59, *е*).

Вертлюжные гаки не имеют обуха, верхней частью они входят в специальную оковку, в которой свободно вращаются вокруг своей оси.

Глаголь-гаки, пентер-гаки представляют собой гаки специального назначения (рис. 59, *д*, *ж*).

Одним из наиболее распространенных типов считается простой гак. Простые гаки различают по номерам, которые характеризуют их размеры.

Обычно номер гака выбивают на его спинке с боковой стороны.

Прочность гака зависит от материала, из которого он изготовлен. Практически считается, что гак слабее скобы того же диаметра примерно в шесть раз, поэтому при подъеме тяжестей

Рис. 59. Гаки: *а* — простой; *б* — повернутый; *в* — вертлюжный; *г* — шкентель-гак; *д* — пентер-гак; *е*—храпцы; *ж*—глаголь-гак; *з* — положение гака на обухе (в работе).

стараются, где это возможно, заменить гак скобою (скоба работает на растяжение, а гак — на сложный изгиб).

Приближенно можно определить рабочее усилие P гака

$$P = 0{,}6d^2,$$

где d — диаметр спинки гака, *мм*.

Если неизвестна допускаемая нагрузка на гак, применять его в работе запрещается.

§ 17. РЫМЫ

Рымом называется стальное кольцо, свободно соединенное с обухом. Рымы бывают круглой и овальной формы и состоят из железного прутка круглого сечения, продетого в отверстие обуха и приваренного.

В такелажной практике рымы применяются как временные устройства для выполнения определенных работ или как устройства постоянные, предназначенные для удержания судов на швартовах и т. д.

Рабочее усилие рыма (в килограммах) может быть определено по формуле

$$P = 3d^2,$$

где d — диаметр стержня рыма, *мм*.

§ 18. ОБУХИ

Обух представляет собой полукольцо на соответствующей поковке, устанавливаемое на палубе корабля или в местах предполагаемых работ. Предназначается для закладывания в него скобы или гака при выполнении различных такелажных работ.

Рабочее усилие обуха P (в тоннах) приближенно может быть найдено по формуле

$$P = d^2,$$

где d — диаметр обуха, *см*.

§ 19. БЛОКИ

Блоки представляют собой простейшие механизмы для подъема или перемещения тяжестей и различаются в зависимости от назначения, материала, из которого они изготовлены, и конструкции.

Разнообразие блоков и технические условия их изготовления определяются соответствующими стандартами и ведомственными нормалями. Отдельные типы блоков изготовляют иногда по заводским нормалям (ГОСТ 8341—57).

Блоки бывают деревянные (рис. 60*А*) и металлические (рис. 60*Б*). Деревянные блоки изготовляют из древесины крепких пород (дуб и ясень), а металлические — обычно из стали. Отдельные части блоков изготовляют из стали, бронзы, латуни, бакаута и чугуна.

Бывают обыкновенные, канифас-блоки и грузовые блоки.

Различают блоки с внутренней и наружной оковкой. Блоки с внутренней оковкой более удобны в обращении и надежны в работе. Оковку называют еще обоймой.

Деревянные блоки (ГОСТ 8118—56) имеют щеки, средние доски, шкивы, нагели или штыри с втулкой, вкладыши и оковку или стропы.

Щеки с вкладышами и оковкой составляют прочную основу блока; шкивы и нагели, а также втулки относятся к подвижной

Рис. 60*А*. Деревянные блоки: *а*, *б* — тонкоходные; *в* — толстоходные; *г* — с внутренней оковкой; *д* — трехшкивный блок с бакаутовыми шкивами; *е* — канифас-блок.

Рис. 60*Б*. Металлические блоки: *а* — блок для топенант-талей; *б* — грузовой блок; *в* — блок для шкентель-гиней; *г* — канифас-блок; *д* — шкив для пенькового троса; *е* — шкив с отверстиями для смазки.

его части. К числу необходимых принадлежностей относятся скобы с болтами в верхней части блоков (для подвешивания или соединения блоков с какими-либо системами).

Шкив представляет собой круг, изготовляемый из чугуна, меди или бакаута. По его окружности выбирают направляющий желоб (кип), служащий для укладывания троса.

Нагель изготовляют из круглой стали. Для уменьшения трения, а также для предохранения шкива от быстрой изнашиваемости и разматывания на нагеле в центр шкива вставляют втулку, изготовленную из стальной или медной обоймы, или же втулку специальной конструкции. Конструкция втулки предусматривает обычно автоматическую смазку. Такое устройство почти всегда применяют в блоках для подъема тяжестей.

Вкладышами называют деревянные части блоков, служащие для разделения щек между шкивами. Они располагаются в верхней и нижней (неходовых) частях блоков, которые служат еще для придания прочности основным частям блоков.

У деревянных блоков, не имеющих оковки и изготовляемых не по стандарту, на поверхностях щек выбирают кипы для укладывания в них стропов взамен оковки. Стропы должны выдерживать те же нагрузки, что и сами блоки.

По числу шкивов блоки бывают одношкивные, двухшкивные и трехшкивные.

По виду блоки разделяют на обыкновенные (толщина шкивов примерно соответствует толщине щек), толстоходные (с более толстыми шкивами, чем у обыкновенных) и тонкоходные (имеют более тонкие щеки и шкивы большего диаметра, чем у обыкновенных). По числу кипов на щеках различаются однокипные и двухкипные блоки.

Указанное разделение является условным. В судостроении блоки разделяют согласно стандарту, рекомендующему главным образом конструкции блоков с внутренней оковкой. Подбор блоков производят согласно их размерам и особенностям конструкции.

Величина всех деревянных блоков измеряется длиной щек.

Ввиду того что деревянные блоки употребляют только для работы с растительными тросами и подбор их не может быть произвольным, практика рекомендует следующее: длина деревянного блока должна быть не менее трехкратной толщины троса, а при легкой и быстрой тяге — не менее пятикратной его толщины, причем блоки подбирают в соответствии с размерами выбранного троса.

Блоки изготовляют из дерева хорошего качества как на специализированных заводах, так и на судостроительных. Металлические части блоков всегда оцинковывают, а деревянные части хорошо пропитывают олифой.

Готовые деревянные блоки подвергают пробным испытаниям на прочность. Испытательная нагрузка определяется величиной,

равной удвоенной допустимой рабочей нагрузке, причем держать блоки под грузом следует не менее 10 и не более 30 мин.

На блоки, выдержавшие испытание и удовлетворяющие всем предъявляемым к ним требованиям, ставят клейма годности.

Металлические блоки изготовляют целиком из металла. Их щеки и оковку выполняют из кованой стали. Для уменьшения трения шкив вращается на металлических шариках, роликах или цилиндрах. Смазка трущихся частей минеральным или специальным маслами осуществляется разными способами и зависит от конструкции блока. Для автоматической смазки применяют тавот и сало в смеси с графитом.

Металлические блоки не имеют специальных названий и различаются по размерам, конструкции и числу шкивов.

По числу шкивов металлические блоки бывают одношкивные, двухшкивные, трехшкивные и т. д. Многошкивные блоки применяют главным образом в особых грузоподъемных устройствах.

В отличие от деревянных блоков металлические измеряют по диаметру шкива, что и является их характеристикой.

Металлические блоки употребляют для работы со стальными тросами. При выборе блоков для данного троса необходимо руководствоваться следующим:

а) для гибкого стального троса диаметр шкива блока должен быть не менее шести диаметров троса;

б) для очень гибкого троса диаметр шкива может быть менее шести диаметров троса, причем иногда допускается даже четыре диаметра.

Металлические блоки изготовляют на заводах по стандартам и нормалям. После изготовления их испытывают и клеймят.

Существуют еще особые блоки, часто и с успехом применяемые в судостроении. Их называют канифас-блоками. Они отличаются тем, что имеют одну откидную щеку. Это позволяет в случае необходимости отводить трос от препятствий, изменяя направление его движения. С помощью канифас-блоков можно проводить трос в очень сложных местах, по нескольку раз меняя его направление. Вторым преимуществом этих блоков является их способность принять на шкив трос в любом месте по его длине, не пропуская его с одного из концов, как это необходимо делать при пользовании обыкновенными блоками. Канифас-блоки почти всегда снабжаются вертлюгами во избежание заломов троса.

Канифас-блоки бывают деревянные с оковкой и металлические различных размеров. Испытание их производится обычно нагрузкой, равной учетверенной допускаемой рабочей нагрузке.

Всякие блоки требуют за собой ухода, который заключается в периодическом осмотре. Для этого их необходимо разбирать, очищать от грязи и ржавчины и возобновлять смазку.

Блоки, используемые при ответственных работах, подвергают периодическим переиспытаниям по нормам и правилам соответствующих технических контрольных органов.

Одним из часто применяемых типов блоков являются грузовые, представляющие собой разновидность металлических. Они отличаются особенностью конструкции оковки, которая крепится в районе нагеля. Сама оковка представляет собой прочный металлический кожух (в виде полосы стали), соединенный с более тонким металлическим кожухом, закрывающим только часть шкива и служащим как бы направляющим кожухом для троса. Различают блоки грузовые, направляющие и блоки для топенантов.

ГЛАВА VI

ОСНОВНЫЕ ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ С ТРОСАМИ

§ 20. ВЯЗАНИЕ МОРСКИХ УЗЛОВ

Морские узлы широко применялись на парусных судах, где они играли исключительно важную роль. Название узлов определялось их назначением. Эти названия сохранились до сих пор, хотя применение узлов часто не совпадает с их названиями.

Такелажники применяют морские узлы для связывания тросов, всякого рода закреплений и подвешиваний, временных стропов и множества других работ.

Обычно узлы вяжут свободными концами троса, но некоторые из них позволяют выполнять вязку в средних его частях. Узлы должны обеспечивать надежность в работе и при необходимости легко развязываться.

Особенно часто применяют узлы при работах с растительными тросами и реже — при работах со стальными, так как вязать узлы на стальном тросе, даже гибком, очень трудно, а иногда и совсем невозможно.

Рассмотрим наиболее употребительные группы узлов.

1. Прямой узел (рис. 61, *а*) применяется для связывания при слабом натяжении двух концов тросов примерно одинакового диаметра. Это очень распространенный узел как по простоте завязывания, так и по надежности в работе. При намокании узел затягивается.

Двойной прямой узел (рис. 61, *б*) рекомендуется применять для связывания тросов при сильном натяжении.

Рифовый узел (рис. 61, *в*) отличается от прямого только тем, что один из его концов вяжется петлей. Такой узел при необходимости легко развязывается.

Плоский узел (рис. 61, *г*) применяется для связывания двух концов тросов разного диаметра.

Простой штык (рис. 61, *д*) применяется для временного связывания двух тросов при большом натяжении.

Рис. 61. Морские узлы, первая группа: *а* — прямой; *б* — двойной прямой; *в* — рифовый; *г* — плоский; *д* — связывание простым штыком; *е* — шкотовый; *ж* — брамшкотовый; *з* — гинцевый.

Шкотовый узел (рис. 61, *е*) применяется при связывании двух тросов, из которых один имеет петлю, очко или коуш.

Брамшкотовый узел (рис. 61, *ж*) отличается от шкотового тем, что у первого ходовой конец пропускают для затягивания один раз, а у второго — два раза. Эти узлы широко применяются. Иногда в узел вкладывают клевант (деревянный клин), а при развязывании его выбивают, что значительно облегчает развязывание.

Гинцевый узел (рис. 61, *з*) является разновидностью брамшкотового узла, применяется для закрепления блока на любом месте длинного троса, для подвешивания талей, при подъеме тяжестей и других работах.

2. Беседочный узел (рис. 62, *а*) применяется для подъема людей на мачты или для работ за бортом, кроме того, служит как узел, заменяющий огон (петля).

Двойной беседочный (рис. 62, *б*) служит той же цели. Петли двойного беседочного узла делают разной длины: короткая охватывает туловище человека, на длинной человек сидит. Вместо этих узлов теперь почти всегда употребляют беседки в виде досок, подвязываемых с обоих концов тросами.

Калмыцкий узел (рис. 62, *в*) применяют для подачи различных инструментов и предметов на мачты, трубы и за борт во время надпалубных и забортных работ.

Гачный узел (рис. 62, *г*) служит для крепления толстого троса на гаке талей. Короткий (коренной) конец троса должен находиться на гаке под длинным ходовым концом, чтобы крепче зажать узел. Ходовой и коренной концы крепятся на тросе бензелем.

Гачный узел для тонких тросов (рис. 62, *д*) применяют для крепления на гак тонкого троса.

Сваечный узел (рис. 62, *е*) употребляют для обтягивания свайкой или драйком концов бензелей или найтовов при накладывании шлагов.

Удавка (рис. 62, *ж*) — это узел, применяющийся при буксировке и подъеме бревен и других предметов, а также при работах по установке рангоута.

Стопор или стопорный узел (рис. 62, *з*) вяжется на тросе в направлении, обратном спуску троса; свитень (плетенку) располагают полого, для лучшей работы узла. Если стопор по сравнению с тросом, на котором вяжется узел, очень тонок, то сделав сначала два шлага вокруг троса, их следует располагать по спуску, укладывая стопор между прядями.

3. Простой штык (рис. 63, *а*) применяется для крепления швартовных тросов за тумбы, палы (разновидность тумбы) или рымы при швартовке судна к стенке.

Штык с двумя шлагами (рис. 63, *б*) — тот же узел, но завязанный с двумя шлагами. Он употребляется в случаях,

Рис. 62. Морские узлы, вторая группа: *а* — беседочный; *б* — двойной беседочный; *в* — калмыцкий; *г* — гачный; *д* — гачный для тонких тросов; *е* — сваечный; *ж* — удавка; *з* — стопорный (стопор).

Рис. 63. Морские узлы, третья группа: *а* — простой штык; *б* — штык с двумя шлагами; *в* — рыбацкий штык; *г* — выбленочный; *д* — буйрепный; *е* — задвижной штык; *ж* — шлюпочный; *з* — бочечный.

Рис. 64. Морские узлы, четвертая группа: *а* — буксирный; *б* — для уменьшения длины троса; *в* — для уменьшения длины стропа; *г* — для крепления троса на кнехтах; *д* — для крепления троса на береговом швартовном устройстве (тумбе); *е* — для крепления троса на утке; *ж* — для крепления троса на нагеле; *з* — для крепления троса за рым; *и* — для привязывания бросательного конца к швартову; *к* — для соединения лотлиня с гирей лота.

когда нет надобности в быстрой отдаче троса, например для крепления лопарей оттяжек. Второй шлаг вяжется вокруг рыма или пала и служит для того, чтобы штык не мог затянуться или переместиться.

Рыбацкий штык (рис. 63, *в*) употребляют для завязывания тросов при соединении их со скобами верпов (вспомогательных якорей).

Выбленочный узел (рис. 63, *г*) — самый надежный из затягивающихся узлов — применяют для вязания выбленок (тросовых лестниц) на вантах или бакштагов (оттяжек) временных стрел. Он вяжется и тогда, когда удавка ненадежна и может ползти.

Буйрепный узел (рис. 63, *д*) служит для крепления тонкого троса (буйрепа) к якорю.

Задвижной штык (рис. 63, *е*) предназначен для привязывания конца троса к какому-нибудь гладкому, круглому дереву, а также для вязания конца или бакштова на шлюпке за вторую банку (сиденье). Конец продевается сначала через коуш на шкентеле выстрела, затем в рым носового фалиня (носовой конец шлюпки), после чего вяжется за вторую банку задвижным штыком.

Шлюпочный узел (рис. 63, *ж*) служит для закрепления на шлюпках походных концов при буксировках шлюпок или постановке на бакштов. Походные концы на спасательных шлюпках вяжут петлей (шлюпочным узлом) за вторую банку и к носовому рыму прихватывают фалинем со стороны, обращенной к борту судна. Потянув за петлю, этот узел легко развязать.

Бочечный узел (рис. 63, *з*) завязывается на свободном конце троса и применяется при погрузке и выгрузке бочек, бидонов, бутылей и т. д.

4. Буксирный узел (рис. 64, *а*) применяется для закрепления буксирного троса на буксирный гак; этот узел дает возможность быстро травить, отдавать и выбирать трос. Буксирный узел часто применяют для закрепления на битенге швартовов и других тросов.

В такелажных работах широко применяют узлы для уменьшения длины троса (рис. 64, *б*) и стропа (рис. 64, *в*), узлы для крепления троса на кнехтах (рис. 64, *г*), на швартовных устройствах (рис. 64, *д*), на утке (рис. 64, *е*), на нагеле (рис. 64, *ж*), за рым (рис. 64, *з*); узлы для привязывания бросательного конца к швартовному тросу (рис. 64, *и*) и лотлиня к гире лота (рис. 64, *к*).

§ 21. НАЛОЖЕНИЕ МАРОК, БЕНЗЕЛЕЙ И НАЙТОВОВ

Маркой называется перевязка концов тросов и их прядей, бензелем — перевязка двух тросов при их параллельном расположении.

Рис. 65. Марки, бензели и найтовы: *а*, *б*, *в*, *г* — марки; *д* — круглый или прямой бензель; *е* — полубензель; *ж* — найтов; *з* — стопорка.

Найтовом называется перевязка тросом двух или нескольких элементов рангоута или других частей оснастки, а также крепление их к неподвижным конструкциям судна.

Марки (рис. 65, *а*, *б*, *в*, *г*) служат для сохранения плотности и шага свивки тросов. Место отреза троса также обозначается соответствующими марками. Кроме того, марки ставят на каждую прядь троса при сращивании и заделках. На растительные тросы марки ставят шкимужгаром и ворсой, стальные тросы требуют для постановки марок проволоки из низкоуглеродистой стали или бензельного тросика, причем длина марки в таких случаях не должна быть менее пяти диаметров троса.

Марка, как правило, накладывается на трос в один ряд.

Круглый или прямой бензель (рис. 65, *д*) соединяет два параллельных троса, он накладывается всегда в два ряда. Прижав тросы один к другому, их покрывают смолой, обертывают смоленой клетневиной и затем накладывают бензель. Проволока, бензельный тросик или линь, при помощи которых ставят бензель, на одном конце имеют небольшое очко; в него продевают другой конец (ходовой), который обносят вокруг обоих тросов. Петлю плотно обтягивают, после чего накладывают шлаги бензеля один подле другого. Число шлагов зависит от требуемой длины бензеля. Когда первый ряд уложен, поверх него через вдвое сложенный линь, обращенный петлей к месту, где был начат бензель, кладут второй ряд шлагов. Работа заканчивается пропусканием ходового конца бензеля в петлю линя, вытягиванием линя и его закреплением (ходовой конец зажимают верхним рядом шлагов). Бензель с крыжом (рис. 65, *з*) это тот же прямой (круглый) бензель, но с завязанным поперек задвижным крыжом, конец которого прихвачен к тросу (чтобы бензель не расползался). Иногда крыж заканчивают прямым узлом, а оставшийся линь обрезают или собирают в бухточку, оставляя при бензеле.

Полубензель (рис. 65, *е*) отличается от прямого бензеля тем, что его шлаги положены в один ряд, и свободные концы пропущены сквозь начальное очко бензеля.

Найтов или плоский бензель (рис. 65, *ж*) применяют для соединения двух тросов, заканчивающихся двумя очками. Конец тонкого троса пропускают попеременно то в правое, то в левое очко снизу вверх или сверху вниз (чтобы шлаги перекрещивались), а затем найтов крыжуют. Найтовы для крепления представляют собой целое сооружение из тросов и такелажных изделий.

Стопорка накладывается шкимушкой и служит для скрепления двух смежных лопарей, как показано на рис. 65, *з*.

§ 22. СПЛЕСНИ

Сплесни служат для соединения двух концов троса одинаковой толщины. Короткий сплесень употребляется, когда трос не должен проходить через шкивы (когда местное утолщение не

играет существенной роли). Длинный, или разгонный, сплесень (лонго-сплесень) применяется в случаях, когда утолщение должно быть минимальным (если трос должен пройти через шкив).

Короткий сплесень на растительном тросе (рис. 66, *а*). Для изготовления сплесня концы тросов распускают на длину, необходимую для намечаемого числа пробивок. Чтобы пряди не распускались во время работы, на их концы ставят марки. Пряди пробивают в каждую сторону по два или два с половиной раза. Если сплесень клетнюют, то в первом случае делают две целых пробивки, одну половинную или одну четвертную; во втором случае пробивают только нижние каболки, верхние же укладывают вдоль, распускают на волокна и выравнивают. Нижние каболки обрезают, а верхние пропускают под прядь.

При целой пробивке прядь нужно пробивать целиком, при половинной — только половину каболок из пряди, при четвертной — четверть первоначального числа каболок. Это делается для того, чтобы утолщение сплесня постепенно уменьшалось к концу и клетень на такой сплесень ложился ровнее. Затем сплесень обжимают мушкелем, накладывают трень, осмоливают и клетнюют, ведя клетень с коренного конца.

Для того чтобы сплеснить (срастить) два ходовых конца растительного троса, пряди распускают на длину пробивок с запасом и, разведя их в разные стороны в виде трехгранного угла, вкладывают пряди одного конца (в шахматном порядке) в промежутки между прядями другого конца, как можно ближе подводя марку к марке (рис. 66). Затем берут любую ходовую прядь одного троса, накрывают ею накрест лежащую коренную прядь и производят пробивку пряди через одну под одну против спуска троса. Убедившись в том, что пробивка сделана правильно, т. е. между каждыми двумя соседними коренными прядями располагается по одной ходовой, делают вторую пробивку. Для этого каждой ходовой прядью опять накрывают соседнюю коренную и затем ее пробивают под следующую.

Применение короткого сплесня дает экономию троса, так как пряди для пробивок берутся короткие.

Длинный сплесень (*разгонный*) *на растительном тросе* (рис. 66; *б*). Сначала, как и при коротком сплесне, вводят пряди одного троса между прядями другого в стык с наложенными на них марками. Раскладывая пряди, как указано на рис. 66, *а*, получают три пары прядей, из которых среднюю оставляют на месте стыка, а две крайние по очереди разгоняют вправо и влево от него, выводя одну прядь и вводя на ее место другую. Встречные пряди в местах сращивания вяжут в полуузлы и концы их пробивают в каждую сторону по одной целой и одной половинной пробивки. Для прочности сплесня расстояние между крайними сростками выбирают около двух метров, так как весь сплесень рассчитан только на трение введенных прядей. На тонких тросах

Рис. 66. Сплесни: *а* — короткий на растительном тросе; *б* — длинный на растительном тросе.

Рис. 67*А*. Сплесни: *а* — короткий на стальном тросе; *б* — длинный на стальном тросе.

расстояние это можно уменьшать, а на толстых увеличивать до трех метров.

Клетневание целесообразно применять во всех случаях вязки полуузлов для предохранения тросов от гниения (в оклетневанные места не попадает влага).

Короткий сплесень на стальном тросе (рис. 67*А*). Пробивки делают через одну прядь под две. Число их должно быть не менее трех или трех с половиной. Наложение марок на концы прядей

Рис. 67*Б*. Сплесни: *в*, *г*, *д* — различные приемы сплесней на стальном тросе.

и определение длины пробивок производится, как и на растительном тросе. Так как при пробивке требуются большие усилия, необходимо тросы укладывать так, чтобы в местах стыка они не расходились. Для этого складываемые пряди следует надежно связывать. Так их связывают после каждой пробивки. Если трос жесткий, для облегчения работы можно концы отжечь, т. е. накалить докрасна и потом дать им постепенно охладиться.

На стальных тросах сплесни необходимо заделывать очень тщательно, так как расщепленные пряди скоро ржавеют, особенно когда сплесень остается неоклетневанным. Для клетневания сплесень обжимают, обламывают торчащие проволоки, просмоливают, накладывают смоленую паклю, затем обертывают смоленой клетневиной и клетнюют.

Как у пеньковых четырехпрядных, так и у стальных тросов сердечник при сплесневании удаляется. В этом случае пробивка выполняется сначала прядями одного троса, а затем другого.

При других способах сплесневания тросы располагаются, как показано на рис. 67*Б*.

На практике применяется также способ сплесневания двумя прядями. Пряди ходового конца каждого троса распускают не по одной, а попарно, три пары прядей одного троса вкладывают между тремя парами прядей другого троса и связывают так, чтобы они не расходились при пробивке. Затем распускают две крайние пары и внутренние пряди заводят в шахматном порядке одна за другую. То же самое делают и с другими парными прядями.

Длинный сплесень на стальном тросе (рис. 67 *А*). Начало работ ведется так же, как при коротком сплесне. Затем на концы прядей накладывают марки. Пряди берут попарно во избежание изменения формы их изгиба, что может привести к неплотной укладке прядей. Лонго-сплесень на стальном тросе, так же как и на растительном, должен иметь три пары прядей. Их распускают попарно, заполняя сразу одну парную прядь другой, чтобы не изменять форму троса. Затем с них снимают марки, кладут отдельно на каждую прядь и распускают по одной пряди. Заводят внутренние пряди и получают две пары прядей, одну пару распускают, а другую вводят, заполняя одну прядь другой. Точно так же поступают с остальными парными прядями. Для симметрии и прочности все пары разгоняют одну от другой на одинаковое расстояние.

Заделка троса в местах, где пряди встречаются, производится следующим образом: в трос вводят железную свайку так, чтобы три пряди троса были с одной стороны свайки и три с другой. Другой железной свайкой поддевают сердечник троса против первой свайки и разрезают его. Затем сердечник выводят из троса и, одновременно вращая первую свайку как винт, заставляют ее двигаться в тросе; направляя соответствующую прядь, ее вводят как раз в середину троса на место выведенного сердечника. Если прядь вошла в середину примерно на 20—25 *см*, сердечник обрезают, накладывают на прядь марку и обрубают прядь так, чтобы конец ее пришелся вплотную к концу сердечника. Оба конца пряди и сердечника прячут в середину троса. В месте заделки пряди укладывают в виде креста, чтобы одна прядь несколько захватывала другую, образуя как бы полуузел.

§ 23. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОГОНОВ

Огоном называется постоянная петля на конце или середине троса. Чтобы сделать простой огон на растительном тросе (рис. 68, *а*), вплеснивают один конец троса, например короткий, в середину другого (длинного), кладут на некотором расстоянии от короткого конца марку и распускают до нее трос на пряди. Затем, положив длинный конец влево от себя, а короткий вправо, пробивают при помощи свайки среднюю верхнюю ходовую прядь короткого конца под одну из коренных прядей длинного конца в том месте, где желательно вплеснить короткий конец. Затем берут левую ходовую прядь, накрывают ею пробитую коренную

Рис. 68. Огоны: *а* — простой на растительном тросе; *б* — простой на стальном тросе; *в*, *г*, *д*, *е* — различные приемы изготовления огонов.

и, пробив под следующую прядь, поворачивают огон нижней стороной вверх на 180°. Оставшуюся третью ходовую прядь проводят вправо по спуску и пробивают справа налево под соответствующую коренную. Огон сделан правильно, если между каждыми двумя соседними ходовыми прядями располагается по одной коренной. Работу продолжают, накрывая каждой ходовой прядью соседнюю левую коренную и пробивая под следующую.

Разновидностей огонов много и выбор их диктуется требованиями практики.

При изготовлении простого огона на стальном тросе (рис. 68, *б*) поступают следующим образом. На концы прядей стального троса ставят марки более прочные, чем на растительном, но тем же самым приемом, т. е. с учетом длины пробивок и длины огона. Для получения большего числа пробивок и удобства работы пряди на стальном тросе необходимо оставлять более длинными. При этом полезно подвешивать трос за его коренную часть. Прочно положив марку на трос, начинают распускать пряди левой стороны, кладут на каждую прядь по марке и, распустив трос до марки, обрезают сердечник. Ходовой конец троса берут слева, а коренной — справа, три пряди кладут сверху коренного конца троса и три — снизу.

Первые пробивки делают всеми прядями по спуску прядей троса. Первую прядь заводят под две пряди коренной части троса, вторую — под одну прядь. Когда все пряди пробиты по одному разу, нужно их обтянуть и мушкелем обжать сплесень. Для этого применяют свайку с плоским концом, молоток и ручные тиски. Не следует подтягивать нераспущенную часть троса вплотную к коренной его части, всегда нужно оставлять между ними расстояние около 2—3 *см*, а у толстых тросов — больше. Это дает возможность прядям выравниваться и выдерживать одинаковые напряжения, когда трос туго натягивается.

При последующей пробивке каждую прядь пробивают только под одну, т. е. через соседнюю, левую прядь, обвивая ее. Это делается для того, чтобы не утолщать сплесень. Если пробивать трос против спуска, то сплесень будет вздутым и может произойти излом прядей.

Пробивая прядь, надо пропустить ее вплотную у свайки, выше или ниже ее. Прежде чем пробивать, прядь следует немного раскрутить, чтобы она легла более плоско и плотно. Для защиты сплесня от ржавчины необходимо его просмолить, положить трень для заполнения неровностей сплесня, наложить клетневину и при помощи полумушкеля наложить проволочный клетень, ведя его с коренного конца троса до огона. При первых пробивках первую прядь ходового конца можно брать не под две пряди коренного конца, а под три, вторую — под две пряди, третью и остальные — поочередно под одну прядь троса. Другой способ пробивок показан на рис. 68, *в*. В этом случае огон делается завивкой под свою прядь.

«Русская петля» на стальном тросе. Огон на стальном тросе, сделанный пробивками против спуска прядей, называется «русской петлей».

До пробивок работа по изготовлению этого огона аналогична предыдущему случаю. Пробивку выполняют так. Поддевают свайкой три пряди троса и слева и справа от нее кладут по три пряди ходового конца. Нижнюю левую прядь протаскивают рядом со свайкой, затем свайку вынимают. Вторую среднюю прядь берут под две пряди, третью прядь пробивают под одну прядь. После этого по часовой стрелке петлей вправо от себя поворачивают огон на другую сторону. Берут шестую прядь, лежащую слева от пробитой пряди, и пробивают ее под две коренные пряди. Пятую прядь пробивают под одну коренную. Затем ходовые пряди подводят вплотную к коренным, для чего берут в левую руку все ходовые пряди и ударяют мушкелем или свайкой по тросу вправо и влево от прядей. Чтобы в дальнейшем пряди не отошли назад, необходимо их обжать мушкелем и повернуть огон так, чтобы ходовые пряди были направлены вверх.

Последнюю (четвертую) прядь пробивают слева направо под коренную прядь. Когда все шесть прядей пробиты, их нужно околотить мушкелем, чтобы они плотно легли между коренными прядями троса. Первую и все остальные пробивки производят через одну прядь и только под одну, чтобы предыдущая прядь оставалась справа от следующей. Вторую пробивку делают всеми прядями против спуска. После каждой пробивки пряди отгибают назад и околачивают мушкелем.

При работе троса с огоном на малых натяжениях надо делать не менее трех пробивок, а при сильном натяжении — не менее четырех. Можно после третьей или четвертой пробивок для постепенности спуска делать еще полпробивки. Для этого сначала первую прядь пробивают через одну под две, следующую прядь не пробивают, третью и пятую пробивают через одну под две. Таким образом, для полпробивок нужно брать только нечетные пряди, четные остаются непробитыми. Концы прядей обрубают зубилом и оставляют длиной не менее 2—3 *см*. Чтобы огон не ржавел, его клетнюют.

Огон на стальном тросе способом через одну прядь под две. При сильном натяжении на стальных тросах диаметром 25 *мм* и более применяется следующий способ пробивки. Первую пробивку выполняют по способу «русская петля». При второй и третьей пробивках все пряди поочередно пропускают через одну прядь под две против спуска.

Для того чтобы ходовые пряди прилегали более плотно и отлого к коренным, при всех пробивках, начиная со второй, поворачивая свайку против часовой стрелки примерно на четверть оборота, поднимают две пряди и пропускают прядь. При четвертой и пятой пробивках, поднимая свайкой две пряди, пооче-

редно пропускают прядь навстречу свайке, т. е. пряди пробивают по спуску через одну прядь под две. После пятой пробивки делают еще полпробивки тремя прядями, как в предыдущем способе, и клетнюют.

Огон на стальном тросе способом пробивок прядей по спуску троса. Операции до второй пробивки аналогичны операциям при изготовлении огона «русская петля». Вторая пробивка идет через одну прядь под одну по спуску прядей, т. е. через соседнюю прядь слева и под нее, как бы обвивая ее при всех пробивках. Такой способ почти не дает излома прядей и применяется главным образом при работе с жесткими тросами.

Существуют и другие способы изготовления огона на стальном тросе, но они мало чем отличаются от приведенных выше.

За последнее десятилетие появилось несколько новых способов заделки стальных тросов. Основные из более надежных и технологически простых способов приведены в гл. VII.

§ 24. ТРЕНЦЕВАНИЕ И КЛЕТНЕВАНИЕ

Чтобы поверхность троса сделать ровной и предотвратить его отсырение, трос тренцуют (рис. 69, *а*, *б*). Для предохранения от перетирания, его клетнюют (рис. 69, *в*). Перед тренцеванием трос растягивают втугую и смазывают смолой, затем трень (линь, или тонкий трос) обвивают между прядями, чтобы плотно заполнить промежутки между ними. Трень прогоняют драйком (обхватив тренцуемый трос небольшой стропкой, вкладывают в оба ее конца драек и поворачивают его два или три раза, чтобы туго обхватить трос, а затем драек со стропкой вращают по направлению спуска). Тогда трень в пройденном участке ляжет заподлицо с тренцуемым тросом. Через равные промежутки трень укрепляют марками со змейками, концы треней пробивают в трос.

Клетневиной называется старая парусина, нарезанная косыми длинными лентами шириной 50—100 *мм*. Трос покрывают смолой и обертывают клетневиной по спуску так, чтобы один шлаг несколько перекрывал другой. Концы клетневины укрепляют марками. Затем осмоливают трос и приступают к наложению клетня шкимужгаром (специальным линем). Конец шкимужгара кладут между двумя смежными прядями и крепят при помощи удавки, кольцом охватывающей клетнюемый трос. Затем на трос ставят насаленный полумушкель и, обнеся клетень двумя шлагами вокруг троса, полумушкеля и рукоятки, вращают полумушкель против спуска вокруг троса, чтобы клетень ложился туго. Для закрепления конца клетня делают четыре или пять шлагов вокруг троса впереди полумушкеля и, несколько приподняв полумушкель, пропускают конец клетня.

После этого полумушкель снимают, а шлаги обтягивают. Под белый клетень трос не смолят, а слегка насаливают и намыливают. Когда полумушкелем пользоваться неудобно, применяют лопатку, пропуская клетневину через среднее отверстие.

Рис. 69. Тренцевание и клетневание: *а* — подготовка к тренцеванию; *б* — тренцевание; *в* — клетневание.

§ 25. ВЯЗАНИЕ КНОПОВ И МУСИНГОВ

Кнопом называется узел на конце троса для удержания или укрепления коренных концов некоторых снастей, стопоров, фалрепов и т. д. Чтобы сделать кноп, прежде всего изготовляют так называемое полуколесо (рис. 70, *а*), для чего разделяют трос на пряди и обносят их одну под другую против часовой стрелки. Далее равномерно обтягивают все ходовые пряди и, убедившись в том, что между каждыми двумя соседними коренными прядями располагается по одной ходовой, считают полуколесо связанным правильно. Затем берут любую ходовую прядь, проводят ее вдоль первой, пробивают под первую новую коренную прядь (под которую пробита ее парная) и проводят вверх вблизи центра полуколеса. Вязание колеса показано на рис. 70, *б*.

Рис. 70. Кнопы и мусинги: *а* — кноп; *б* — кноп с колесом; *в* — кноп-репка; *г* — простой кноп; *д* — стопорный кноп; *е* — фалрепный кноп; *ж* — мусинг.

Кноп-репка применяется при заделывании концов для предотвращения их распускания (рис. 70, *в*). На рис. 70, *г* показан простой кноп, у которого оставшиеся концы прядей скручены и скреплены маркой или обрезаны.

Стопорный кноп представлен на рис. 70, *д*. Его иногда обшивают парусиной, причем каждую прядь отдельно. Затем кноп вяжут обычными способами.

Фалрепный кноп — тот же стопорный, но обшитый сукном (рис. 70, *е*). Он непрочен и употребляется для тросовых ручек, ведер и т. д. Ходовые пряди обрезают вплотную.

Мусингом называют кноп, сделанный посередине или на значительном расстоянии от концов троса (рис. 70, *ж*). При соединении тросов одинаковой толщины иногда делают мусинг.

§ 26. ПЛЕТЕНИЕ МАТОВ

Матами называются ковры, сделанные из более или менее толстых шкимушек. Они бывают тканые и плетеные. Те и другие для большей мягкости иногда шпигуют.

Плетеные маты бывают: горизонтальной завивки (рис. 71*А*), диагональной и из плетенок (рис. 71*Б*).

Материалом для мата из плетенок обыкновенно служат смоленые каболки. Для этого трос распускают на пряди, каждую прядь раскручивают и бьют об пол до тех пор, пока она не распадется на каболки. Если надо выдернуть только несколько каболок, раскручивают прядь, и выдернув из нее необходимое число каболок, снова закручивают. В матах основа и уток состоят из плетенок. Плетенки изготовляют из девяти каболок, которые делят на три группы по три в каждой и плетут, как обыкновенную косу.

Плетенка должна быть ровная и плоская. Поэтому надо следить за тем, чтобы каболки каждой группы в течение работы сохраняли постоянное положение, т. е. средняя должна все время идти посредине, правая — справа, а левая — слева. Готовые плетенки сматывают в клубки.

Для изготовления мата кладут на пол или на стол ряд плетенок, накрывают эту основу коренным концом плетенки утка, но с расчетом, чтобы ее конец отстоял сантиметров на шестьдесят от первой плетенки основы. Затем плетенки, расположенные вправо от утка, перекидывают через него влево, а левые — вправо и, приколотив их мушкелем, направляют уток обратно, причем его верхняя сторона должна и при новом положении остаться верхней. Продолжая таким образом работу, получают мат желаемой длины.

Если одна из плетенок подходит к концу, на ее конец накладывают новую и на длине около 20 *см* плетут их вместе, а затем продолжают плетение одной новой.

Если нужен очень длинный мат и, следовательно, необходимо надставить все плетенки, в начале работы основу укладывают

Рис. 71*А*. Плетение матов: *а* — изготовление плетенки; *б* — мат горизонтальной завивки.

уступами; тогда места надставок не будут лежать на одной прямой и не ослабят связь между обеими частями мата.

Чтобы закончить мат, пробивают концы основы и утка и приколачивают их мушкелем.

Рис. 71*Б*. Плетение матов: *в* — мат диагональйно завивки.

Мат из плетенок изготовляют три человека: двое, сидя за столом или на полу, перекидывают поочередно один другому плетенки, а третий прикладывает поперек основы уток и приколачивает его мушкелем.

Для получения мата горизонтальной завивки растягивают конец тонкого троса в горизонтальном направлении и навешивают

Рис. 71*В*. Плетение матов: *д* — фигурные маты; *е*, *ж* — шпиговка матов.

на него (в зависимости от ширины мата) нужное количество шкимужгарных концов, длина которых должна быть наполовину больше длины требуемого мата. Затем крайний задний конец троса обносят по часовой стрелке вокруг крайнего переднего. Точно так же другой конец обносят вокруг следующего и т. д. Таким образом, все концы выходят наружу. Исключение составляют лишь два крайних конца, находящиеся в вертикальном положении и не использующиеся для завивки.

Для получения плотного мата завивки следует обтягивать как можно туже. Если вместо шкимужгара употребляют шкимушки, их сучат в три или четыре каболки.

Для получения мата диагональной завивки растягивают горизонтальную прядь ворса, и как в предыдущем случае, навешивают нужное количество шкимушек или прядей линя. Затем левой задней шкимушкой делают полный оборот по часовой стрелке вокруг ее переднего конца. Следующую шкимушку завивают таким же образом вокруг соответствующего конца и перебрасывают через левую заднюю шкимушку, а передний конец задней шкимушки — через конец левой. В результате получают первую полную диагональную завивку.

Для образования второй завивки перекидывают конец левой задней шкимушки через ее передний конец и вводят в плетенку концы шкимушек первой завивки. Таким образом все навешенные шкимушки завивают справа налево наискось, вниз. Когда доходят до последней правой шкимушки, ее перебрасывают через соседнюю, которую в свою очередь перебрасывают через следующую и т. д. Дойдя до левой кромки, снова берут крайний правый ходовой конец и повторяют то же самое.

Таким образом, при постоянной ширине, мат увеличивается в длину, причем его правый нижний угол все время остается незавитым.

Когда по левой кромке мат достигает требуемой длины, следующую завивку доводят не до первого, а только до третьего конца. Потом снова начинают сверху завивки и доводят их до пятого конца и т. д. Чтобы закончить мат, укладывают прядь ворса так, что нечетные концы располагаются сверху, а четные — вокруг этой пряди и пробивают их в мат пять или шесть раз. Затем, обрезав торчащие кончики, поворачивают мат и таким же образом пробивают все остальные концы, в том числе и горизонтальные.

Мат диагональной завивки, сплетенный из прядей троса или толстых шкимушек, отличается от других матов своей мягкостью. Обыкновенно его плетут двое: один завивает пряди, а другой придерживает завивки на левой стороне, чтобы они не распускались.

Маты горизонтальной и диагональной завивок шпигуют кусочками ворса, длиной примерно в 20 *см* по три или четыре каболки. Концы (шпиговки) пробивают под каждую завивку уже готового мата, скрещивают и приколачивают свайкой. Когда под каждую завивку мата пробиты каболки, шпиговку расчесывают и работа считается законченной.

Круглый мат изготовляют из толстой длинной шкимушки или одной неразвитой пряди тонкого троса. Прядь или шкимушку начинают вести по кругу, одновременно перехватывая её концом тонкой шкимушки так, чтобы расстояние между шлагами было не более 8—10 *см*.

Плетенки изготовляют из шкимушек, состоящих из двух или четырех каболок. К горизонтально растянутому линю подвешивают нечетное число концов и начинают работу со среднего заднего конца, который перебрасывают через его переднюю часть. То же

проделывают и с двумя соседними концами, причем конец, идущий влево, должен лечь поверх заднего конца. Когда все концы введены в плетение, необходимо только следить за тем, чтобы число висящих правых и левых концов все время отличалось лишь на один, т. е. продолжать работу нужно всегда с той стороны плетенки, где на один конец больше.

Шпиговка матов (рис. 71, *В*). Тканые маты шпигуют ворсой манильского троса, так как обыкновенная пенька приминается и мат очень быстро делается жестким.

Для шпиговки изготовляют несколько деревянных палочек длиной немного больше ширины мата и толщиной 10—15 *мм*. Заделав шлаг в два утка, до того как обнести следующий шлаг, укладывают поверх основы по направлению утка одну палочку и обводят вокруг нее и каждой нити верхних шлагов основы одну каболку манильского троса. Палочку пробивают трепалом, обнося уток, спускают берду и, положив рядом с первой палочкой вторую, также обматывают каболкой.

Таким образом, каждая палочка прихватывается к половинному числу всех нитей основы, если первая — к нечетным, вторая — к четным, третья — опять к нечетным и т. д. Палочки плотно прилегают одна к другой и полностью закрывают собой верхнюю поверхность мата.

Когда мат соткан, разрезают острым ножом шлаги завитых каболок и отделяют палочки, а шпиговку, торчащую в разные стороны, расчесывают и выравнивают.

Шпиговать маты можно и так. Берут небольшую деревянную раму и крепят основу мата, причем расстояния между нитями составляют 2—3 *см*. Затем нарезают ворсу каболок длиной от 10—15 до 15—20 *см* и концы заводят внутрь двух соседних нитей основы. Первым концом ворса захватывают нити первой и второй основы, вторым — нити второй и третьей и т. д. После заполнения ворсом необходимой площади рамы его ровно подстригают и закрепляют концы основы мата.

Такие маты плетут чаще всего в виде ковриков квадратной или прямоугольной формы.

Маты для буксиров, кнехтов и т. д. шпигуют пеньковой шкимушкой толщиной, равной толщине шкимушек, из которых сплетен шпигуемый мат.

§ 27. РАЗНЫЕ ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ

Легостный грузик является частью бросательного конца (рис. 72, *а*). Он изготовляется так. В маленький мешочек насыпают песок и придают мешочку яйцеобразную форму. Из четырех каболок свивают шкимушку, укладывают ее вокруг мешочка петлей сверху, а снизу связывают прямым узлом. Затем в месте огона 16—18 каболками (каждая длиной около 80 *см*) обвивают мешочек и вокруг

Рис. 72. Разные такелажные изделия из тросов: *а* — легостный грузик; *б* — мягкий круглый кранец; *в* — мягкий цилиндрический кранец; *г* — палубная швабра; *д* — ручная швабра.

него равномерно раскладывают каболки. После этого каболки перевязывают выбленочным узлом и, протирая их ворсом или парусиной, смазанной салом, начинают оплетку мешочка (способом диагональной завивки или любым другим). Шлаги оплетки нужно поджимать как можно туже, плотнее обвивая мешочки и не делая пропусков, т. е. не создавая ячеек.

Чтобы закончить оплетку грузика, нужно постепенно уменьшать количество каболок и оставить только шесть. Затем каждой парой каболок сделать крест, концы пробить обратно в оплетку и обрезать.

Заменять песок гайками, болтами, камнями и тому подобными тяжелыми предметами запрещается, так как при случайном попадании легостного грузика рабочий может получить повреждения.

Мягкий круглый кранец для судна при швартовных операциях применяется для смягчения ударов корпуса о причал (рис. 72, *б*). Способ плетения его тот же, что и легостного грузика, с той только разницей, что вместо песка используют пробку, ворс или мелкий сырой тал. Для лучшего облегания петли, которой обвязывают кранец, в связанном в пучок тале делают выемку (кип), иногда снизу тал для мягкости обкладывают негодным ворсом. Ворс прижимают шкимужгаром плотнее к чурбану. Потом укладывают соответствующее количество толстых шкимушек вокруг петли и связывают их. Вся дальнейшая работа ведется тем же способом, что и для легостного грузика. Кранцы могут быть разные по форме и размерам. Обычно они бывают шарообразной и овальной формы.

Палубная швабра применяется на судах для уборки (рис. 72, *г*). Для ее изготовления используют каболки длиной до 2 *м* каждая из хорошего неизношенного троса. Если трос подержанный, то снимают рубашку (верхние каболки) и выбирают наиболее сохранившиеся. Черен (ручку) швабры отделывают так, чтобы каболки с оплеткой задерживались на двух зарубках. Чтобы не портить палубу, черен должен быть коротким и округлой формы.

Каболки укладывают на полу, в середину их заводят черен и перевязывают его выбленочными узлами в двух местах над зарубками. Можно придать месту перевязки любую форму. Затем черен подвешивают вертикально, расправляют каболки и свивают их попарно. Начинают оплетку головки швабры диагональной завивкой. Снизу оплетки закладывают несколько шлагов шкимушки, концами оплетки делают до четырех пробивок и отрезают концы. Для плотности головки швабры подбивают под нее несколько клиньев, после чего подравнивают концы швабры и, обжимая головку мушкелем, придают ей нужный вид.

Шкентели применяются для выстрелов и в спасательных шлюпках для посадки пассажиров и экипажа (рис. 73).

При изготовлении шкентелей вырубают конец троса необходимой длины и вяжут на нем на расстоянии около 50—60 *см* один от другого ряд крупных мусингов. Они обыкновенно состоят

из полуколеса и репки, поверх которых связано полуколесо. Для предохранения от сырости мусинг покрывают оплеткой или обкладывают оставшимися концами ходовых прядей. В последнем случае пробивают все ходовые пряди сверху вниз вдоль шейки мусинга и, обогнув ходовым концом одной из прядей мусинг снизу вверх, пробивают его вторично вдоль шейки. Одновременно коренную часть ходовой пряди распускают на каболки. Расправив каболки так, чтобы все они располагались вокруг мусинга вдоль шкентеля, нужно, натягивая данную ходовую прядь, переходить к следующей.

Если мусинг получился широким и трудно за две пробивки целиком покрыть его каболками, количество пробивок увеличивают до трех или четырех. Чтобы закончить мусинг, подтягивают ходовые пряди как можно туже и обрезают заподлицо оставшиеся концы.

По обоим концам шкентеля заделываются коуши: один — с храпцами или скобой для закладывания в обух бугеля выстрела, а также крепления на топрике шлюпбалок, а другой — свободный.

Рис. 73. Шкентели для спасательных шлюпок.

Шторм-трапы (рис. 74) обычно изготовляют из четырехрядного троса, так как в него всего удобнее вводить балясины (круглые деревянные ступеньки). На обоих концах балясины имеются кипы, в которые укладываются пряди троса. Балясины удерживаются на месте бензелями (рис. 74, *а*).

Верхние концы троса шторм-трапа заделывают вокруг коушей гаков, с помощью которых трапы подвешивают к обухам борта. В нижний конец шторм-трапа вводится коуш, удерживаемый на месте бензелем. Расстояние между балясинами обычно около 30 *см*.

Иногда шторм-трапы делают с плоскими ступеньками, имеющими боковые планки, на которых укладывают два троса, перевязываемые бензелями. Тросы проходят по каждой стороне шторм-трапа (рис. 74, *б*, *в*).

Для бо́льшей гибкости шторм-трапа расстояние между планками должно быть таким, чтобы между ними оставался свободный трос. В верхние концы тросов вделаны гаки и храпцы, а нижние заканчиваются огонами или коушами. Посередине каждой ступеньки имеется отверстие для продевания среднего леера, который крепится у верхней и нижней ступенек кнопами.

Круглые стропы (круговые) бывают разных размеров и предназначены для подвешивания грузов.

Рис. 74. Шторм-трапы: *а* — с круглыми балясинами; *б* — с плоскими балясинами.

1 — гаки; *2* — петля или коуш; *3* — круглая балясина; *4* — плоская балясина; *5* — боковая планка; *6* — бензель; *7* — средний леер; *8* — кноп;
в — шторм-трап с дощатыми балясинами:

1 — тетива; *2* — концы для подвешивания шторм-трапа; *3* — дощатая балясина; *4* — заделка на коуш; *5* — скоба для соединения звеньев трапа.

Рис. 75. Стропы: *а* — круглый; *б* — с двумя огонами.

Их изготовляют обычно из растительных тросов и концы вырубленного троса соединяют коротким сплеснем (рис. 106, *а*). Остропливание производят петлей в петлю.

Стропы с двумя огонами более широко применяются в такелажном деле и поэтому всегда изготовляются из гибкого стального троса (рис. 106, *б*). Вырубают трос необходимой длины с учетом размеров петли на каждом конце и делают на нем огоны. Таким стропом поднимают груз при помощи одного конца троса (второй конец надет на гак). Остропливание в удавку — вводом петли одного конца в петлю другого — разрешается лишь в том случае, если отсутствует опасность повреждения груза от сжатия и имеется полная гарантия отсутствия сползания стропа.

Остропливание деревянных блоков осуществляется одинарным и двойным стропами (рис. 75, *а*, *б*).

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

ПОДЪЕМ И ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ТЯЖЕСТЕЙ

ГЛАВА VII

ПОДЪЕМНЫЕ МЕХАНИЗМЫ И ИХ ТАКЕЛАЖ

Рассмотрим основные виды вспомогательных средств, предназначаемых для работ по перемещению грузов, а также при кантовках и разгрузках.

§ 28. ГОРДЕНИ, ТАЛИ И ГИНИ

Горденем называют трос, пропущенный через одношкивный блок (рис. 76, *а*).

Иногда гордень может быть расположен и горизонтально. Его используют для подъема тяжестей и горизонтального их перемещения.

В первом случае гордень чаще называют фалом. Один его конец (коренной) прикрепляют к поднимаемому грузу, а другой (ходовой) предназначен для приложения силы, обеспечивающей необходимое движение груза.

Особенностью горденей является простота схемы и возможность изменения направления тяги (например, когда ходовой конец по условиям работы должен обходить препятствия вместе с канифас-блоками, расположенными независимо от первоначального направления ходового конца горденя).

Гордень не дает выигрыша в силе, но его применение исключает потерю во времени (скорость выбирания ходового конца равна скорости подъема коренного конца с подвешенным грузом). Трение в блоке, а также жесткость троса вызывают потери, которые для разных случаев колеблются в пределах 4—10% и даже более. Поэтому для подъема груза на ходовой конец горденя необходимо приложить силу, несколько бо́льшую, чем вес поднимаемого груза. Следовательно, при работе горденем необходимо правильно подбирать блок и трос к нему, учитывая, что при подъеме тяжестей нагрузка на подвеску блока окажется вдвое больше веса груза. На это же усилие должна рассчитываться балка или конструкция,

к которой подвешен блок. Ниже будут приведены простейшие расчеты.

На рис. 77, *а* показан гордень, на одном конце которого прикреплен груз, а на другом должна быть приложена сила для подъема этого груза. Очевидно, груз будет подниматься на высоту, равную длине выбранного ходового конца горденя (выбирание 1 *м* ходового конца обеспечивает перемещение груза на 1 *м*).

Скорость подъема или перемещения груза прямо пропорциональна скорости выбирания ходового конца горденя. Необходимость превышения тягового усилия на ходовом конце по сравнению с весом поднимаемого или передвигаемого груза при пользовании данным горденем делает менее целесообразным его применение, но когда усилия сравнительно небольшие и к тому же требуется изменить направление, гордень этого типа незаменим. Все сказанное справедливо для случаев расположения блока горденя на неподвижных конструкциях.

Рис. 76. Гордени, тали и гини: *а* — гордень; *б* — хват-тали; *в* — гини.

Иное дело, когда блок горденя подвижен, т. е. закреплен на самом грузе и вместе с ним перемещается по плоскости; или же соединен с конструкциями и устройствами, перемещающимися в вертикальном направлении, или, наконец, с элементами таких конструкций и устройств.

В этих случаях гордень напоминает своеобразные тали (рис. 77, *б*). Один конец горденя закрепляется наглухо за неподвижную точку, а второй, пропущенный через блок, становится ходовым концом, к которому и прилагается сила. Такой гордень дает выигрыш в силе примерно в два раза.

Необходимо отметить, что несмотря на недостатки простого горденя и видимые преимущества горденя второго типа оба они широко применяются в судостроении.

Для выигрыша в силе в такелажном деле используются тали и гини.

Т а л и — это обыкновенный полиспаст, т. е. система одношкивных блоков (двух и более), предназначенных для совместной работы одним концом троса. В этом принципиальное отличие схемы

талей от схемы горденя. На практике применяют тали в виде двух блоков с одним-тремя шкивами в каждом. Наиболее употребляемыми талями являются хват-тали (см. рис. 76, *б*).

Тали применяют как вспомогательные средства при обслуживании судна во время его эксплуатации, они входят в качестве основных звеньев в общесудовые устройства и в разных комбинациях в группы специальных корабельных устройств.

Г и н я м и называют тали, имеющие два блока с тремя и более шкивами в каждом. Многошкивные блоки (более трех) приме-

Рис. 77. Схема горденя: *а* — простой гордень; *б* — для большего выигрыша в силе.

няют редко, они имеют особую конструкцию и находят применение в грузоподъемных механизмах и специальных устройствах. Таким образом, гинями в общем случае являются многошкивные тали, предназначенные для подъема больших тяжестей (см. рис. 76, *в*).

Для талей применяют весьма разнообразные блоки, но в каждом случае их выбор диктуется назначением талей. Соответственно и блоки должны иметь некоторые конструктивные отличия в зависимости от их назначения. Один из них, верхний, должен иметь специальное устройство или приспособление для подвешивания его к балкам или конструкциям. Другой, нижний, должен быть снабжен гаком или заменяющей его деталью для подвешивания груза.

Для талей применяют растительные и стальные тросы, а также такелажные цепи.

Трос, соединяющий два блока для совместной работы, называют лопарем талей. Конец, с помощью которого лопарь заделывают наглухо в обух верхнего или нижнего блока, называют коренным лопарем, а конец, выходящий с верхнего блока (реже — с нижнего), за который тянут при подъеме груза или травят при его опускании, называют ходовым лопарем. Остальные ветви троса талей называют ветвями лопаря, число которых равно числу шкивов обоих блоков.

Тали бывают с двумя одношкивными блоками, с одним одношкивным и одним двушкивным, с двумя двушкивными блоками, с одним двушкивным и одним трехшкивным и, наконец, с двумя трехшкивными блоками.

Следовательно, в первом случае тали имеют три ветви лопаря, во втором — четыре, в третьем — пять, в четвертом — шесть и в пятом — семь ветвей (рис. 77—82).

Однако в работе не всегда принимают участие все ветви лопаря. Поэтому, когда необходимо учесть распределение нагрузки на тали и каждую ветвь лопаря в отдельности, такелажник обязан уметь произвести несложные расчеты. Тали, обеспечивая выигрыш в силе, пропорционально дают потери во времени подъема.

Большое количество работ, выполняемых такелажниками, являются ручными, а современная технология постройки судов требует большой и малой механизации трудоемких ручных работ. Одним из путей механизации такелажных работ является применение талей.

Допустим, имеются тали с двумя одношкивными блоками. Верхний блок талей закреплен неподвижно, а нижний — подвижно (рис. 78, *а*). К нижнему блоку подвешен груз весом 100 *кг*.

Если выбирать ходовой конец лопаря талей, идущий с неподвижного блока, груз вместе с нижним блоком будет подниматься кверху, при этом потребуется гораздо меньшее усилие, чем на гордене. Скорость подъема груза на талях значительно меньше, чем на простом гордене (перемещая груз на 1 *м*, необходимо выбрать 2 *м* ходового конца лопаря талей).

Таким образом, применение одношкивных талей дает выигрыш в силе примерно в два раза, но при этом получается двойная потеря во времени. Величины выигрыша и потери берутся округленно и практически очень близки к действительным.

Если те же одношкивные тали подвесить или расположить так, чтобы ходовой конец лопаря сходил с подвижного блока, то можно получить выигрыш в силе примерно в три раза (рис. 78, *б*). Этот вид талей часто применяют на судостроительных заводах при такелажных работах по передвижению тяжестей по горизонтальной и наклонной плоскостям. На судах очень часто применяются тали с подвижным верхним блоком.

Рассмотрим тали с двумя двушкивными блоками (рис. 79, *а*, *б*, *в*). Верхний блок неподвижен и с него спускается ходовой конец

Рис. 78. Схема одношкивных талей: *а* — для подъема или перемещения; *б* — для большего выигрыша в силе.

Рис. 79. Схема двушкивных талей: *а* — для подъема; *б* — для большего выигрыша в силе; *в* — схема оснастки двушкивных талей.

лопаря. Выигрыш в силе получается в четыре раза, а скорость подъема груза уменьшается по сравнению с горденем тоже в четыре раза, т. е. для подъема груза в 100 *кг* к ходовому концу лопаря необходимо приложить силу в четыре раза меньшую, чем вес груза. Для подъема данного груза на 1 *м* необходимо выбрать ходовой конец лопаря на длину 4 *м*. Применяя двушкивные тали с расчетом получения большего выигрыша в силе, необходимо, следуя вышеуказанному правилу, блок, с которого сходит ходовой лопарь, сделать подвижным и тогда может быть получен пятикратный выигрыш в силе.

Рис. 80. Схема трехшкивных гиней (талей): *а* — для подъема; *б* — для большего выигрыша в силе; *в* — схема оснастки трехшкивных талей.

При использовании талей с двумя трехшкивными блоками для подъема груза на высоту 1 *м* потребуется выбрать ходовой конец лопаря на длину 6 *м* (рис. 80, *а*, *б*, *в*). При выбирании ходового конца лопаря с неподвижного блока величина выигрыша будет шестикратной, а с подвижного блока — семикратной.

Применение талей с различной комбинацией блоков, например с одношкивным блоком и двушкивным (рис. 81, *а*, *б*, *в*), дает выигрыши в силе соответственно трехкратный и четырехкратный; с двушкивным и трехшкивным (рис. 82, *а*, *б*) — пятикратный и шестикратный.

Высказанные соображения принципиально верны для талей, состоящих из блоков, соединенных растительными или стальными тросами, а также такелажными цепями, разница лишь в методах расчетов.

Рабочие тали являются ручными. Исключение составляют хваттали, состоящие из одношкивного и двушкивного блоков (см. рис. 76, *б*).

К ходовому концу лопаря обычно прикладывается мускульная сила людей, но там, где это возможно, используются и механизмы (например, лебедки).

Можно сделать следующие выводы:

а) основной характеристикой талей является количество шкивов обоих блоков;

б) размеры лопаря талей должны удовлетворять условиям прочности и месту работы;

в) блоки талей должны соответствовать размерам лопаря и условиям работы;

Рис. 81. Схема талей из одно- и двушкивного блоков (хват-тали): *а* — для подъема; *б* — для большего выигрыша в силе; *в* — схема оснастки хват-талей.

г) способ подвешивания талей и применяющиеся для этого средства должны соответствовать назначению талей.

Остановимся на простейших способах расчетов талей.

Вес поднимаемого груза считается всегда известным. Такелажник должен определить, какие тали следует применить для работы с данным грузом. Для этого необходимо знать, какая часть веса данного груза приходится на одну ветвь лопаря талей. Решение этой задачи дает возможность выбрать соответствующий трос с необходимым запасом прочности.

Очевидно, что натяжение в каждой ветви лопаря будет зависеть от общего числа ветвей. Число ветвей лопаря должно быть равно числу шкивов в обоих блоках плюс одна ходовая ветвь. Как было показано, не всегда ходовой конец принимается в расчет при определении выигрыша в силе.

Поэтому можно сформулировать два следующих правила.

1) Если ходовой конец лопаря сходит с неподвижного блока, число ветвей лопаря, участвующих в расчете, должно быть равно числу шкивов обоих блоков, составляющих тали.

2) Если ходовой конец лопаря талей сходит с подвижного блока, число ветвей лопаря, участвующих в расчете, должно быть равно числу шкивов обоих блоков, составляющих тали, плюс ходовой конец.

Число шкивов называют кратностью талей.

Можно найти и величину натяжения, приходящуюся на каждую ветвь лопаря талей.

В соответствии с первым правилом

$$\text{Натяжение в ветвях лопаря} = \frac{\text{Вес груза}}{\text{Число шкивов}};$$

Рис. 82. Схема талей из двух- и трехшкивного блоков: *а* — для подъема; *б* — для большего выигрыша в силе.

в соответствии со вторым правилом

$$\text{Натяжение в ветвях лопаря} = \frac{\text{Вес груза}}{\text{Число шкивов} + \text{Ходовой конец}}.$$

Эти соотношения даны в предположении, что в талях отсутствуют потери. В действительности же в талях имеются потери из-за трения троса на шкивах, на осях шкивов и жесткости самого троса, которые необходимо учитывать. Обычно потери возрастают с ростом нагрузки талей.

Потери в талях выражаются соответствующими к. п. д. шкивов и блоков.

Величина к. п. д. изменяется в широких пределах и ее можно вычислить по следующим формулам:

а) для талей, у которых ходовой конец лопаря сходит с неподвижного блока

$$\eta_т = \frac{1}{n}\,\frac{\varepsilon^n - 1}{\varepsilon^n(\varepsilon - 1)};$$

б) для талей, у которых ходовой конец лопаря сходит с подвижного блока

$$\eta_т = \frac{1}{n+1} \frac{\varepsilon^{n+1}-1}{\varepsilon^n(\varepsilon-1)},$$

где ε — коэффициент сопротивления талей.

Для определения к. п. д. талей существуют таблицы.

Таблица 5

Величина к. п. д. блоков

Число шкивов	К. п. д.				
	Проволочный трос	Пеньковый трос, длина окружности, *мм*, около			Цепь
		50	75	100	
2	0,94	0,91	0,88	0,84	0,93
3	0,92	0,89	0,84	0,80	0,90
4	0,90	0,86	0,80	0,75	0,88
5	0,89	0,83	0,77	0,71	0,86
6	0,87	0,81	0,74	0,68	0,84

Пользуясь данными табл. 5, можно получить более точную величину нагрузки на ветви лопаря талей. Полное выражение искомого натяжения

для ходового лопаря, сбегающего с неподвижного блока

$$\text{Натяжение в ветвях лопаря} = \frac{\text{Вес груза}}{\text{Число шкивов} \times \text{К. п. д. талей}};$$

для ходового лопаря, сбегающего с подвижного блока

$$\text{Натяжение в ветвях лопаря} = \frac{\text{Вес лопаря}}{(\text{Число шкивов} + 1) \times \text{К. п. д. талей}}.$$

Введя обозначения:

q — искомое натяжение в ветвях ходового конца лопаря;

Q — вес поднимаемого груза;

n — суммарное число шкивов;

η — к. п. д. талей,

можно приведенные записи выразить математически.

Тогда

при сбегании ходового конца лопаря с неподвижного блока

$$q = \frac{Q}{n\eta};$$

при сбегании ходового конца лопаря с подвижного блока

$$q = \frac{Q}{(n+1)\eta}.$$

Дальнейший расчет сведется к тому, чтобы найти по таблицам или формулам для полученной нагрузки трос соответствующего размера.

Зная размер лопаря, по таблицам легко найти размеры блоков. Исходными данными в этом случае являются вес груза и диаметр лопаря.

Следующим важным этапом расчета является подбор необходимых деталей подвеса и закрепления верхнего неподвижного блока. Обычно стропы и скобы следует выбирать, исходя из суммарной нагрузки (полный вес груза, талей, такелажа плюс дополнительная сила, прилагаемая на ходовом лопаре талей).

Конструкции для крепления неподвижного верхнего блока несут на себе ту же нагрузку и потому должны выбираться с необходимыми запасами прочности.

Следует отметить, что упоминавшиеся величины выигрыша являлись теоретическими, так как брались без учета потерь в блоках и талях. В действительности же выигрыш в силе всегда меньше теоретического. Очевидно, что для каждого случая его величина будет различна, что следует из приведенных формул. И потому нельзя, желая получить наибольший выигрыш в силе, безгранично увеличивать число шкивов. Ввиду сложности конструктивного оформления многошкивных блоков, возникающих затруднений при соединении их лопарем, а самое главное, ввиду того, что они не дают нужных результатов, практикой установлены разумные пределы их использования.

На рис. 76 и 80 показаны трехшкивные тали, у которых ходовой конец лопаря выходит из среднего шкива. Это обусловлено тем, что блок имеет значительные размеры и из-за большого плеча, создающего большой момент при работе с такими талями, ходовой конец нельзя выводить с одного из крайних шкивов, что на практике приводит к значительным затруднениям. Ясно, что увеличение числа шкивов еще более ухудшит условия работы.

Необходимо еще отметить, что нагрузка, приходящаяся на каждую ветвь лопаря талей, будет одинакова и равна расчетной нагрузке только в том случае, если груз находится на неподвижных талях. При подъеме груза нагрузка в каждой ветви лопаря различна и возрастает от коренного конца к ходовому. На коренном конце натяжение все время одинаково и равно вычисленной величине, а на ходовом — наибольшее; при опускании груза нагрузка на лопаре возрастает от ходового конца к коренному. Натяжение в каждой ветви может быть вычислено двумя способами.

1. Умножением теоретической величины натяжения в ветви лопаря на коэффициент сопротивления блока, с которого сходит данная ветвь лопаря. При этом вычисление начинают с коренного конца.

2. Делением действительной величины натяжения в ветви лопаря на коэффициент сопротивления блока, с которого сходит данная ветвь лопаря. Вычисление ведут от ходового конца к коренному.

Нетрудно видеть, что когда груз на талях опускают (стравливают ходовой лопарь), наибольшая нагрузка приходится на долю коренного конца лопаря, а наименьшая — на ходовой его конец. Можно рекомендовать следующие данные к. п. д. и коэффициентов сопротивления ε, которые следует применять при решении практических задач

	ε	η
Для блоков пеньковых канатов	1,10	0,9
Для цепных блоков	1,06	0,94
Для блоков проволочных канатов	1,04	0,96

Здесь $\varepsilon = \frac{1}{\eta}$ является величиной, обратной к. п. д.

Рис. 83. Схема особого способа соединения талей для наибольшего выигрыша в силе.

Тали применяют и с целью получения выигрыша скорости, а также для подъема на большую высоту груза. Для этого груз подвешивают не на гак, например, нижнего подвижного блока, а на ходовой конец лопаря, и силу прикладывают к гаку того же блока. В результате путь, проходимый силой, будет меньше пути, проходимого грузом, что даст выигрыш в скорости, величина которой будет зависеть от числа шкивов талей.

В заключение отметим, что возможен еще один особый способ использования талей, который заключается в совместной работе нескольких талей (рис. 83). Он применяется в тех случаях, когда грузоподъемность одних талей оказывается недостаточной для выполнения данной работы. Такую схему использования талей применяют и в специальных устройствах, где требуется создание особых условий работы. Число талей, входящих в схему, может быть более двух. Целесообразность их сочетания проверяют соответствующим расчетом. Число ветвей такой комбинации рассчитывают по правилам, изложенным выше. При применении этого способа необходимо добиваться плавности в работе, отсутствия рывков.

§ 29. МЕХАНИЧЕСКИЕ ТАЛИ

В судостроении широко применяют особые тали, так называемые механические, или дифференциальные. Существует целый ряд систем дифференциальных талей с винтовой передачей, а также с цилиндрической зубчатой. В судостроении обычно применяют шестеренные и червячные механические тали (ГОСТ 2799—54, ГОСТ 1107—62).

Рассмотрим основные конструкции механических талей, чаще всего используемых в такелажном деле. Они представляют собой механизм, собранный и испытанный в окончательном виде на заводе-изготовителе и предназначенный для грузоподъемных целей.

Механические тали состоят из верхнего, обычно стального неподвижного блока, на ободе которого имеются зубья для сцепления с элементом передачи (рис. 84—85). С одной стороны шкива большего диаметра имеется шкив меньшего диаметра, на ободе которого

Рис. 84. Дифференциальные (механические) тали.

располагаются гнезда для звеньев грузовой калиброванной (тяговой) цепи. Оба шкива верхнего блока насажены на одну ось и представляют собой одно целое.

Ось верхнего блока, или его нагель, вставлен в стальную раму. В верхней части рамы имеется вертлюжный гак, предназначенный для подвешивания талей при работе с тяжестями, а в нижней ее части перпендикулярно оси верхнего блока установлен на подшипниках червяк, который нарезкой входит во впадины зубьев верхнего блока. На одном из концов оси червяка расположено и закреплено ведущее колесо с гнездами на ободе, в которые входят звенья калиброванной замкнутой цепи.

Для предотвращения выпадения замкнутой цепи из гнезд колесо имеет направляющие обоймы, расположенные по обеим сторонам оси блока. Грузовую цепь коренным концом наглухо кре-

пят к раме, затем обносят цепь вокруг шкива нижнего блока, закладывают на звездочку верхнего блока и ходовой конец подъемной цепи также крепят к раме верхнего блока.

Если вручную перебирать цепь ведущего колеса, червяк будет вращаться и в свою очередь сообщать вращение верхнему блоку вместе с грузовой цепью, расположенной на гнездах прилива блока.

Рис. 85. Схема механических талей с червячной передачей.

Подъем груза на механических талях происходит очень медленно. Механические тали в сравнении с ручными дают очень большой выигрыш в силе, получаемый за счет больших передаточных чисел. Груз опускают вращением ведущего колеса в сторону, обратную вращению при подъеме.

Очень важным свойством механических талей, делающим их незаменимыми, особенно при монтажных работах, является возможность самоторможения. Выбирание или потравливание цепи может быть прекращено в любой момент, и груз может безопасно висеть на талях, при этом нет необходимости крепить лопарь, что обязательно на обыкновенных талях. Самоторможение осу-

ществляется специальным автоматическим стопорным (грузоупорным) устройством.

Силу P, которую необходимо приложить к тяговой цепи механических талей для подъема груза, определяют по формуле

$$P = \frac{Q(R-r)}{2R},$$

где R — радиус большого шкива верхнего (неподвижного) блока;
r — радиус малого шкива того же блока;
Q — вес поднимаемого груза.

Главные преимущества механических талей: простота конструкции, безопасность и плавность работы, большая грузоподъемность, возможность самоторможения и работы в тесных помещениях.

В заводских условиях в местах, где использование кранов нецелесообразно или невозможно, всегда применяют механические тали. Их грузподъемность достигает иногда нескольких десятков тонн. Механические тали легки и мобильны.

В судостроении наибольшее распространение имеют механические тали грузоподъемностью 0,5; 1; 2; 3 и 5 m, а тали грузоподъемностью 10, 20 m и более применяют значительно реже.

Чаще применяют механические тали с электроприводом (различные тельферы), но они главным образом входят в состав оборудования мастерских (ГОСТ 3472—54, ГОСТ 7882—56). Тельферы очень удобны в работе и имеют более высокие скорости по сравнению с ручными талями.

Механические тали, применяемые для ответственных операций при погрузках, монтаже и т. д., должны подвергаться техническому осмотру и переиспытаниям в соответствии с правилами Котлонадзора.

Результаты заносят в специальный журнал, в котором ведется учет всего талевого хозяйства такелажного цеха. На талях ставят клеймо рабочей нагрузки, причем к работе допускают только тали, не имеющие дефектов. Затем их испытывают пробной нагрузкой, превышающей рабочую на 25%.

Механическая часть талей должна работать безотказно. По правилам Котлонадзора механические тали с ручным приводом должны снабжаться автоматическими грузоупорными тормозами.

Тали, как и всякий механизм, требуют содержания их в чистоте, смазки трущихся частей и наблюдения за исправностью стопора.

§ 30. ЛЕБЕДКИ И ШПИЛИ

Шпили и лебедки используют как грузоподъемные средства. Они бывают ручными, паровыми и электрическими (ГОСТ 7014—54, ГОСТ 2914—62). На рис. 86—88 показаны некоторые типы этих механизмов.

Рис. 86. Ручная такелажная лебедка.

1 — барабан; *2* — рукоятка; *3* — переставной вал рукоятки; *4*, *5* — цилиндрическая зубчатая передача, ведущее колесо которой *4* может быть включено и разобщено; *6*, *7* — барабанная передача; *8* — запорный механизм для остановки вала *3*; *9* — храповой тормоз; *10* — щиты из листовой стали; *11* — распорные болты.

Рис. 87. Схема электрической такелажной лебедки.

Шпиль имеет вертикальную ось вращения, а лебедка — горизонтальную, двигатели их принципиально одинаковы.

Шпили и лебедки работают на малой скорости с большими тяговыми усилиями. При подъеме лебедкой или шпилем легких грузов пользуются одной ветвью троса (шкентелем), а при подъеме тяжелых грузов применяют тали.

Прежде чем запустить механизм в действие, продувают паровые части машины, для чего открывают специальные продувные краники, находящиеся в нижних частях цилиндров, и спускают воду. Затем открывают паровой клапан и, переводя рычаг (кулису) из одного положения в другое, постепенно впускают пар в цилиндры. Когда вода выйдет, а вместо нее войдет пар, краники закрывают, дают в цилиндры

Рис. 88. Шпили и лебедки: *а* — схема работы шпиля; *б* — схема работы лебедки.

больше пару и запускают механизм, затем сообщают барабану необходимую скорость и приступают к работе.

Электрические шпили и лебедки работают на берегу от электростанций, а на судне от генераторов. Вал с барабаном приводится во вращение электромотором. Для управления применяют контроллеры и пусковые реостаты. Поворачивая рычаг пускового реостата в ту или другую сторону, механизмам сообщают нужный ход.

Очень большое распространение имеют ручные лебедки. Их главным преимуществом является мобильность, простота конструкции и сравнительно небольшие габариты и вес.

Ручные лебедки состоят из прочного и массивного основания, станины, основного барабана, валов с шестернями для изменения скоростей, тормоза и рукояток для приложения мускульной силы такелажников. Выигрыш в силе получается за счет применения

зубчатых передач. Ручные лебедки незаменимы при подъеме груза на большую высоту и для передвижения его на большие расстояния.

Ручные лебедки обычно изготовляют грузоподъемностью 0,5, 1, 3 и 5 *т*. При работе с такими лебедками широко применяют канифас-блоки и тали. Канифас-блоки служат для отвода троса, идущего на барабан, а тали — для получения большего выигрыша в силе. Ходовой лопарь талей наматывают на барабан лебедки.

Перед подъемом грузов необходимо проверить правильность движения лебедки и определить пригодность ее для данной работы. Особое внимание следует обратить на исправность стопора. Без стопора лебедку не допускают к работе. Тщательно осматривают и рукоятки ручной лебедки, которые должны хорошо насаживаться на валики движения.

Ручные лебедки снабжаются «безопасными рукоятками», представляющими одно целое с храповым устройством тормоза (соединение приводной ручки храпового устройства и тормоза). «Безопасные рукоятки» бывают двух видов: неподвижные (при опускании груза) и вращающиеся.

§ 31. ДОМКРАТЫ И КЛИНЬЯ

Домкраты применяются как грузоподъемные средства в тех случаях, когда возникает необходимость подъема тяжелых машин и агрегатов на небольшую высоту и передвижения их на незначительные расстояния. При выполнении различных такелажных работ с грузами большого веса всегда применяют домкраты. Их преимущества: малый вес, большая грузоподъемность, простота конструкции, легкость устройства торможения и удобство обращения с ними.

Домкраты бывают винтовые (рис. 89*А*, *а*), гидравлические (рис. 89*Б*), воздушные и с зубчатой рейкой (рис. 89*А*, *б*). Их общим недостатком является сравнительно низкий к. п. д.

Грузоподъемность домкратов в среднем достигает 20—25 *т*, в специальных устройствах — нескольких сотен тонн. Средняя высота подъема домкратов 400 *мм*, вес реечных и винтовых домкратов колеблется в среднем в пределах 5—120 *кг*.

Чаще всего применяют винтовые домкраты, отличающиеся простотой устройства. Они представляют собой литую чугунную тумбу, в верхней части которой имеется неподвижная гайка с введенным в нее винтом. Домкрат устанавливают под поднимаемым грузом с таким расчетом, чтобы нижняя более широкая часть тумбы находилась на основании, способном воспринять нагрузку, приходящуюся на домкрат.

После установки домкрата поворотом верхней части винта (головки) при помощи рычага (ломика) начинают поворачивать винт, который, вращаясь в неподвижной гайке, поднимает груз.

Рис. 89А. Домкраты: *а* — винтовой; *б* — с зубчатой рейкой.

Нарезка винта самотормозящая, поэтому стопорный механизм в винтовых домкратах отсутствует. Головка винта снабжена опорной свободно вращающейся чашкой с насечкой, предохраняющей головку от скольжения. Работа с винтовым домкратом безопасна,

Рис. 89*Б*. Домкраты: *в* — гидравлический.

что нельзя сказать о реечном домкрате, при работе с которым бывают несчастные случаи из-за выскальзывания рукоятки из рук рабочего.

Если необходимо поднять тяжеловесный груз на высоту большую, чем может обеспечить домкрат, поступают следующим образом: выбрав винт домкрата, под груз устанавливают подкладки из брусьев (рис. 90). Затем опускают груз, пока он не ляжет на подкладки, винт домкрата ввертывают в гайку до отказа, поднимают основание для установки домкрата, заводят домкрат снова,

и с поднятого фундамента настила опять начинают поднимать груз.

При подъеме груза одновременно несколькими домкратами необходимо обеспечить точную и согласованную работу всех домкратов.

Стальные клинья в такелажном деле применяют значительно реже (рис. 91). Чаще всего ими пользуются при снятии

Рис. 90. Схема подъема груза домкратами.

1 — клетки под груз; *2* — клетки под домкраты; *3* — домкраты.

Рис. 91. Стальной клин.

с фундаментов машин или станков, а также больших прессов, нижняя часть которых при установке заливалась цементом. Для этого загоняют клин между фундаментом и нижней частью машины или станка, и постепенно отрывают станки от фундамента.

Целесообразное применение того или иного приспособления, механизма, грузоподъемных средств и т. д. во многом зависит от знания особенностей каждого из них и тех преимуществ, которые можно получить в результате их применения.

§ 32. КРАНЫ

Краны представляют собой подъемные машины, при помощи которых грузы перемещают в вертикальном и горизонтальном направлениях.

Приводы кранов бывают ручные, паровые, внутреннего сгорания, гидравлические, пневматические и электрические.

Применяют краны самых разнообразных конструкций и характеристик. Выбор того или иного типа крана и его грузоподъемность определяют в зависимости от условий работы.

Для обслуживания кранов комплектуют бригады или команды из технически наиболее подготовленных специалистов. Такие бригады могут иметь в своем составе от 2 до 30 человек, в число которых входят механики, машинисты, электрики, кочегары, мотористы, матросы, такелажники, старшины кранов и др.

Типовыми конструкциями кранов в последнее время являются мостовые, стреловые передвижные, мачтовые стреловые, башенные (самоходные и стационарные), портальные, кабельные, метал-

лургические, козловые, автомобильные, пневмоколесные, железнодорожные и т. д.

Краны оснащаются стальными тросами. Тросы из растительных волокон допускаются по правилам Котлонадзора к применению лишь в качестве вспомогательных и главным образом для изготовления грузозахватных приспособлений (остропка грузов и подвешивание их на гак крана).

Стальные тросы, применяемые в качестве грузовых, стреловых, вантовых, несущих, тяговых и других, должны соответствовать действующим ГОСТ и иметь сертификаты завода-изготовителя об испытании (см. гл. IV).

Правилами Котлонадзора допускается применение пеньковых и хлопчатобумажных тросов для оснащения монтажных талей (полиспастов), используемых совместно с ручными лебедками.

Основные характеристики грузоподъемных машин (табл. 6).

1. Коэффициент использования механизма по грузоподъемности

$$K_{гр} = \frac{Q_{ср}}{Q_{ном}},$$

где $Q_{ср}$ — среднее значение величины веса поднимаемого груза за смену;

$Q_{ном}$ — номинальная грузоподъемность.

2. Коэффициент годового использования механизма

$$K_г = \frac{\text{Число дней работы механизма в году}}{365}.$$

3. Коэффициент суточного использования механизма

$$K_с = \frac{\text{Число часов работы механизма в сутки}}{24}.$$

4. Относительная продолжительность включения двигателя механизма

$$ПВ = \frac{\text{Время работы механизма в течение цикла}}{\text{Полное время цикла}} 100\%.$$

Относительная продолжительность включения вычислена для промежутка времени не более 10 мин.

5. Число включений в час.

6. Температура окружающей среды (воздуха), °С.

Тросы должны быть надежно закреплены к подъемному механизму крана во избежание перетирания и заедания.

К надежным способам крепления относятся.

1. Заливка конца троса легкоплавким сплавом (баббитом, цинком, свинцом) в стальной кованой, штампованной или литой конусной втулке. Размеры втулок определяют расчетом. Применять чугунные конусные втулки не разрешается.

Таблица 6

Классификация механизмов грузоподъемных машин с машинным приводом

Номинальный режим работы	Коэффициент использования			Продолжительность включения, (ПВ) %	Число включений в час (среднее за смену)	Температура окружающей среды, °С	Тип механизмов
	по грузоподъемности, $K_{гр}$	по времени					
		в течение года, $K_г$	в течение суток, $K_с$				
Легкий (Л)	1,00			—			Механизмы подъема и передвижения ремонтных кранов и кранов машинных залов; механизмы передвижения строительных и портальных кранов, перегрузочных мостов и башен кабельных кранов; лебедки противоугонных захватов и другие нерегулярно работающие механизмы
	0,75			—			
	0,50	0,25	0,33	15	60	25	
	0,25	0,50	0,67	15			
	0,10	1,00	1,00	25			
Средний (С)	1,00	1,0	0,67	15			Механизмы подъема и передвижения кранов механических и сборочных цехов и кранов ремонтно-механических цехов, механизмы поворота строительных кранов, электротали и т. д.
	0,75	0,5	0,33	25			
	0,50	0,5	0,67	25	120	25	
	0,25	1,0	1,00	40			
	0,10	1,0	1,00	60			

Продолжение

Номинальный режим работы	Коэффициент использования			Продолжительность включения, (ПВ) %	Число включений в час (среднее за смену)	Температура окружающей среды, °С	Тип механизмов
	по грузоподъемности, $K_{гр}$	по времени					
		в течение года, $K_г$	в течение суток, $K_с$				
Тяжелый (Т)	1,00	1,00	0,67	25	240	25	Механизмы кранов технологических цехов и складов; механизмы подъема строительных кранов; механизмы подъема и передвижения грузовой тележки кабельных кранов и т. д.
	1,00	1,00	0,33	40			
	0,75	0,75	0,67	40			
	0,50	1,00	1,00	40			
	0,25	1,00	1,00	60			
Весьма тяжелый (ВТ)	1,00	1,0	1,0	40	300	45	Механизмы кранов технологических цехов и складов металлургического производства,* механизмы грейферных и магнитных кранов металлургического производства; механизмы подъема и передвижения тележек перегрузочных мостов и т. д.
	0,75	1,0	1,0	60		25	
	0,50	1,0	1,0	60			
	0,25	1,0	1,0	60		45	
	0,10	1,0	1,0	60			
Весьма тяжелый непрерывного действия (ВТН)	1,0	1,0	1,0	60—80	720	45—60	Механизмы подъема и передвижения моста кранов с лапами и клещевых кранов; механизмы подъема, замыкания грейфера и поворота кранов и т. д.

* За исключением кранов, указанных в последнем пункте данной таблицы.

Примечание. Крановый механизм может быть отнесен к той или иной группе при условии, если он удовлетворяет всем показателям соответствующего режима. Если по отдельным показателям имеются превышения, то крановый механизм должен быть отнесен к группе более тяжелого режима работы.

Перед заливкой тросов с органическими сердечниками сердечники удаляют, а концы проволок обезжиривают и загибают.

2. Скрепление свободного конца троса с основной коренной его ветвью сплеснем (заплеткой) или постановкой зажимов с применением коуша. Размеры коушей принимают по ГОСТ 2224—43 и ГОСТ 9689—61.

Число пробивок троса прядями при сплесневании (заделке) должно быть не менее указанного в табл. 7. Работа по заделке троса выполняется методами, изложенными в гл. VI.

Таблица 7

Число пробивок каната при сплеснях

Диаметр каната, *мм*	Число пробивок	
	каждой прядью, не менее	половинным числом прядей или всеми прядями половинного сечения, не менее
До 15	3	1
15—28	4	1
28—60	5	1

Количество зажимов определяют расчетом, но оно должно быть не менее трех и таких конструкций, чтобы исключить возможность повреждения и выскальзывания троса.

Диаметр каната, *мм*	Количество зажимов	Диаметр каната, *мм*	Количество зажимов
13—15	3	30—37	5
17—19	4	39—43,5	6
21,5—28	4	47,5—52	7

Данные о часто применяющихся типах зажимов приведены в табл. 8 и 9.

Зажимы устанавливают седлом со стороны рабочей ветви троса, а нажимной планкой — со стороны свободного конца и с шагом, равным не менее шести диаметров троса. При таком расположении зажимов происходит смятие свободного конца троса и сохраняется его рабочая ветвь.

3. Крепление клином. Трос обводят вокруг стального клина, имеющего канавку, а затем вместе с клином вставляют в плоскую стальную втулку соответствующей формы. Под действием натяжения троса клин затягивается во втулку и зажимает трос.

Клиновые зажимы надежны лишь в тех случаях, когда диаметр троса соответствует размерам зажимного устройства, а уклон клина и втулки принимается равным 1 : 4. Втулка и клин не должны иметь острых граней во избежание перетирания закрепленного троса. Применение чугунных втулок и клиньев не разрешается.

Таблица 8

Зажимы для стальных канатов

Тип зажима	Габаритные размеры, *мм*						Вес, *кг*
	A	*B*	*C*	h_1	h_2	*d*	
ПЖ-17,5	60	40	30	35	37	М12	0,45
ПЖ-19,5	65	50	34	40	44	М14	0,7
ПЖ-21,5	70	50	38	45	50	М16	0,8
ПЖ-24	85	50	45	50	56	М20	1,4
ПЖ-26	90	50	47	55	59	М20	1,6
ПЖ-28	95	60	50	60	64	М22	2,0
ПЖ-30	100	60	53	60	67	М22	2,3
ПЖ-32,5	105	70	57	70	73	М24	2,6
ПЖ-34	110	70	60	70	76	М24	2,8
ПЖ-37,5	110	80	62	70	80	М24	3,0

Основные способы заделок концов тросов приведены в табл. 10

Трос к барабану обычно крепят с помощью накладных планок (рис. 92). При этом расчет соединения производят из условия работы болтов на растяжение и изгиб с учетом разгружающего действия 1,5 запасных витков на барабане при коэффициенте трения 0,16. Запас прочности в болтах принимают равным 2,5 относительно предела текучести при равномерном распределении нагрузки между всеми болтами.

Расчет стальных тросов на растяжение производят по формуле

$$S = \frac{P}{K},$$

где P — действительное разрывное усилие троса, принимаемое по данным сертификата или данным ГОСТ;

K — коэффициент запаса прочности (табл. 11).

В тех случаях, когда в сертификате указано суммарное разрывное усилие, величина усилия P определяется путем умножения суммарного разрывного усилия на 0,83.

Таблица 9

Зажимы для стальных канатов

Тип зажима	Габаритные размеры, *мм*						Вес, *кг*
	A	*B*	*C*	h_1	h_2	*d*	
Ж-17,5	54	54	30	25	38	М12	0,6
Ж-19,5	62	62	34	25	44	М14	0,9
Ж-21,5	70	70	38	38	46	М16	1,4
М-24	85	85	45	40	56	М20	2,0
Ж-26	87	87	47	40	59	М20	2,15
Ж-28	94	94	50	46	64	М22	2,4
Ж-30	97	97	53	46	67	М22	2,6
Ж-32,5	105	105	57	50	70	М24	2,9
Ж-34,5	108	108	60	50	75	М24	3,2
Ж-37	110	110	62	50	80	М24	3,5

Наибольшее рабочее натяжение в ветви троса грузовых гиней крана $S_р$ определяют без учета динамических нагрузок по формуле

$$S_р = \frac{Q}{n\eta},$$

где Q — вес поднимаемого груза, *кг*;
n — число ветвей гиней крана;
η — к. п. д. гиней (табл. 12).

Наибольшее рабочее натяжение в ветви троса в стропах (рис. 93) определяют по формуле

$$S_р = \frac{Q}{n} C,$$

где Q — вес поднимаемого груза, *кг*;
n — число ветвей троса в стропе;
C — коэффициент, зависящий от величины угла

$$C = \frac{1}{\cos \alpha}$$

α, град	cos α	C	α, град	cos α	C
0	1,0	1,0	45	0,71	1,41
30	0,87	1,15	60	0,50	2,0

Рис. 92. Накладные планки для крепления троса к барабану.

Рис. 93. Схема охватывания груза стропами при его подвешивании.

Во всех случаях наибольшее рабочее натяжение троса не должно превышать наибольшего допускаемого натяжения, т. е.

$$S_р \leqslant S.$$

Стропы из тросов, имеющие на концах гаки, кольца или серьги для подвешивания груза, рассчитывают с коэффициентом запаса прочности не менее шести; для подвешивания грузов весом до 50 *т* — с коэффициентом не менее восьми; для грузов весом 50 *т* и более — с коэффициентом не менее шести.

Снижение K для стропов тяжеловесных грузов на 25% допустимо потому, что такие стропы, рассчитанные на $K = 8$, получаются слишком толстыми и жесткими; перегрузка же стропов, рассчитанных на подъем тяжелых грузов, менее вероятна. По особому разрешению местных органов надзора при подвешивании грузов весом от 5 до 50 *т* K может быть снижен с восьми до шести, например, при остропке круглого леса удавкой.

Таблица 10

Основные способы заделки концов тросов

Группа	Наименование и тип заделки	Эскиз заделки	Рекомендуемый диаметр тросов	Прочность заделки	Область применения
I	Зажимы тросовые типа 0		3,06—48,5	1,0	Тросы лееров, тентов, топрики, леера чехлов шлюпок, кранцы и т. д.; тросы стоячего такелажа, подъемных устройств; буксиры и швартовы
	Зажимы тросовые типа П		3,06—20,0	1,0	Тросы лееров, тентов, топрики и т. д.; приводы свистков, тифонов, управления газом и машинного телеграфа, тросы стоячего такелажа, штуртросы
	Зажимы тросовые типа В				
	Зажимы тросовые типа К		9,0—33,0	1,0	Контр-оттяжки грузовых стрел

Продолжение

Группа	Наименование и тип заделки	Эскиз заделки	Рекомендуемый диаметр тросов	Прочность заделки	Область применения
II	Патроны тросовые типа П		11,0—65,0	1,0	Тросы подъемных устройств, стоячего такелажа, буксиры и штуртросы
	Патроны тросовые типа В				
III	Огоны с коушем		1,8—65	0,8—0,9	В условиях индивидуального производства для любых тросов
	Огоны без коуша				

Продолжение

Группа	Наименование и тип заделки	Эскиз заделки	Рекомендуемый диаметр тросов	Прочность заделки	Область применения
IV	Зажимы дуговые		5,2—65,0	0,7	Временные крепления троса (найтовы, оттяжки, тросы открывания крышек люков и т. д.)
	Зажимы свиваемые		1,8—99,0	0,6—0,8	Тросы лееров, тентов, струн подъема шара, конуса и т. д. Приводы свистков тифонов и машинного телеграфа
V	Клиновые зажимы		При соответствии диаметра троса размерам зажима — любые диаметры троса	1,0	Тросы подъемных механизмов и т. д.

Таблица 11

Наименьший допускаемый коэффициент запаса прочности канатов

Назначение канатов	Привод грузоподъемной машины и режим ее работы	Коэффициент запаса прочности K
Грузовые и стреловые	Ручной	4,5
	Машинный легкий	5,0
	» средний	5,5
	» тяжелый, весьма тяжелый, весьма тяжелый непрерывного действия	6,0
Стреловые, являющиеся растяжками	—	3,5
Грейферные:		
у грейферов с раздельным двухмоторным приводом (принимая, что вес грейфера с материалом равномерно распределен на все канаты)	—	6,0
у грейферов с одномоторным приводом	—	5,0
у грейферов одноканатных и моторных	—	5,0
Оттяжка мачт и опор:		
постоянно действующих кранов	—	3,5
временно действующих кранов (со сроком работы до одного года)	—	3,0
Несущие канаты кабельных кранов:		
постоянно действующих кранов	—	3,5
временно действующих кранов (со сроком работы до одного года)	—	3,0
Тяговые канаты кабельных кранов	—	4,0
Канаты для кулачковых поддержек у кабельных кранов	—	3,0
Канаты для подвески электропроводов кабельных кранов	—	3,5

Назначение канатов	Привод грузоподъемной машины и режим ее работы	Коэффициент запаса прочности K
Канаты полиспастов для заякоривания несущих канатов (кабельных кранов)	—	6,0
Канаты лебедок для подъема людей	—	9,0

Таблица 12

Значение к. п. д. талей (полиспастов) при опорах на подшипниках качения

Условия смазки	Кратность талей							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Работа в условиях запыленности и высоких температур (плохая смазка)	1,0	0,985	0,97	0,955	0,94	0,93	0,915	0,89
Работа в условиях нормальных температур (нормальная смазка)	1,0	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,945	0,925

Примечание. К. п. д. одного блока (шкива) следует принимать равным: 0,99 — при наличии подшипников качения и работы в условиях нормальных температур; 0,985 — при наличии подшипников качения и работы в условиях высоких температур; 0,97 — при наличии опор скользящего трения и автоматической смазки; 0,96 — при наличии опор скользящего трения и периодической смазки.

Находящиеся в работе стальные тросы бракуются по числу обрывов проволок на длине одного шага (*а* — *б*) свивки троса, согласно данным табл. 13 (рис. 94).

Уменьшение диаметра проволок в результате поверхностного износа или коррозии, %	Число обрывов проволок на шаге свивки от предельного числа обрывов, %
10	85
15	75
20	70
25	60
30 и более	50

При поверхностном износе или коррозии проволок число их обрывов на шаге свивки должно быть уменьшено в соответствии с приведенными данными.

Таблица 13

Предельное число обрывов проволок на длине одного шага свивки каната

Первоначальный коэффициент запаса прочности при отношении $D : d$ *	Конструкция канатов							
	6×19=114 проволок и один органический сердечник		6×37=222 проволоки и один органический сердечник		6×61=366 проволок и один органический сердечник		18×19=342 проволоки и один органический сердечник	
	Предельное число обрывов проволок на длине одного шага свивки каната, при котором канат должен быть забракован							
	крестовой свивки	односторонней свивки	крестовой свивки	односторонней свивки	крестовой свивки	односторонней свивки	крестовой свивки	односторонней свивки
До 6	12	6	22	11	36	18	36	18
6—7	14	7	26	13	38	19	38	19
Более 7	16	8	30	15	40	20	40	20

* D — диаметр барабана, *мм*; d — диаметр каната, *мм*.

При износе или коррозии более 40% первоначального диаметра проволок или обнаружении оборванной пряди трос должен быть забракован.

Рис. 94. Определение шага свивки стального троса: *I* — трос крестовой свивки; *II* — трос односторонней свивки.

Растительные тросы рассчитывают на растяжение по той же формуле, что и стальные тросы, т. е. $S = \frac{P}{K}$. При этом K принимается равным не менее восьми. Растительные тросы бракуют по результатам наружного осмотра. Норм браковки этих тросов не имеется. Изъятию подлежат тросы с истертыми, размочаленными и оборванными прядями. Если необходимо выполнить на конце троса огон, сплесень должен иметь две полные и две половинные пробивки и оклетневан.

Капроновые канаты (ГОСТ 10293—62) применяют в качестве стропов в сборочных цехах машиностроительных заводов при транспортировке кранами обработанных деталей. Запас прочности этих тросов должен быть не менее восьми.

Основные параметры и размеры цепей должны соответствовать величинам, указанным в табл. 14 и 15.

Таблица 14

Характеристика сварных калиброванных цепей, ГОСТ 2319—55

Размеры звена, *мм*			Нагрузка, *т*		Расчетный вес 1 *пог. м* цепи, *кг*
диаметр цепи	шаг	ширина	пробная	разрывная	
			Не менее	Не менее	
5	19	19	0,32	0,64	0,50
6	19	21	0,50	1,00	0,74
7	21	24	0,80	1,60	1,05
8	23	27	1,20	2,40	1,40
9	27	32	1,55	3,10	1,76
11	31	36	2,3	4,6	2,58
13	36	43	3,3	6,6	3,70
16	44	53	5,1	10,2	5,60
18	50	58	6,4	12,8	6,94
20	56	66	8,0	16,0	8,76
23	64	76	10,5	21,0	11,40
26	72	84	13,3	26,6	14,51
28	78	91	15,6	31,6	16,94
30	84	98	17,8	35,6	19,35
32	91	104	20,5	41,0	21,90
35	98	114	23,2	46,4	26,40
38	106	123	27,4	54,8	31,10
40	114	133	30,3	60,6	35,80

Таблица 15

Характеристика сварных некалиброванных цепей, ГОСТ 2319—55

Размеры звена, *мм*			Нагрузка, *т*		Расчетный вес 1 *пог. м* цепи, *кг*
диаметр цепи	шаг	ширина	пробная	разрывная	
5	19	19	0,32	0,64	0,50
6	19	21	0,50	1,00	0,74
7	21	24	0,80	1,60	1,05
8	23	27	1,2	2,4	1,40
9	27	32	1,55	3,10	1,76
11	31	36	2,3	4,6	2,58
13	36	43	3,3	6,6	3,70
16	44	53	5,1	10,2	5,60
18	50	58	6,4	12,8	6,94
20	56	66	8,0	16,0	8,76
23	64	76	10,5	21,0	11,40
26	72	84	13,3	26,6	14,51
28	78	91	15,6	31,2	16,94
30	84	98	17,8	35,6	19,35
32	91	104	20,5	41,0	21,90
35	98	114	23,2	46,4	26,40
38	106	123	27,4	54,8	31,10
40	114	133	30,3	60,6	35,80
44	123	148	36,6	73,2	42,25
48	134	151	43,6	87,2	46,50
52	146	174	51,2	102,4	57,50
56	157	188	60,0	120,0	68,50
60	168	201	68,0	136,0	81,0

Цепи обычно изготовляются из круглой горячекатаной стали по ГОСТ 2590—57; цепи диаметром менее 5 *мм* — из качественной калиброванной холоднотянутой стали по ГОСТ 7417—57. Для изготовления сварных цепей применяют сталь марок ЗЦ по ГОСТ 924—51, Ст. 2 или Ст. 3 по ГОСТ 380—60, сталь 10 по ГОСТ 1051—59 или по ГОСТ 1050—60. Каждая цепь в целом должна изготовляться из стали одной марки.

Все цепи подвергаются термообработке для снятия внутренних напряжений и повышения механических свойств.

Сварные цепи испытывают на разрыв и пробной нагрузкой на растяжение. Испытания на разрыв производят на образцах, взятых из готовой цепи.

Испытанию пробной нагрузкой подвергают цепь в целом.

Износ звена сварной цепи при эксплуатации допускается не более 10% от первоначального калибра цепи.

Сварные цепи сращивают сваркой новых вставленных звеньев с последующим их испытанием. Звенья могут быть изготовлены с помощью газовой, электрической или кузнечной сварки. Газовую и электрическую сварку производят внахлестку или встык. В обоих случаях обязательна разделка шва под сварку.

Гибку звеньев из Ст. 20 по ГОСТ 1050—60 или мартеновской Ст. 3 по ГОСТ 380—60 производят в горячем состоянии не более 900—1000° С.

После вставки новых звеньев цепь отжигают при нагреве до 600—650° С, выдерживают один час, охлаждают до 300—400° С в печи, а затем на воздухе и испытывают на растяжение нагрузкой, вдвое превышающей номинальную, в течение 10 мин.

Пластинчатые цепи, применяемые в качестве грузовых, должны соответствовать ГОСТ 191—52. Они используются главным образом в механизмах большой грузоподъемности при малых высотах подъема и скоростях до 0,5 *м/сек*. Материал пластинчатых цепей должен удовлетворять требованиям ГОСТ 1050—60: для пластин — сталь 40, 45, 50, для валиков — сталь 40. ГОСТ 191—52 предусматривает испытание цепей разрушающей и пробной нагрузкой (при статическом испытании — нагрузкой не более 25% разрушающей; при динамическом — нагрузкой не более 20% разрушающей). Испытанию на разрыв подвергают образцы цепи не короче пяти звеньев, при этом образцы снабжают концевыми пластинами для закрепления цепи при помощи концевых валиков в захватах разрывного пресса.

Сварные и пластинчатые цепи, применяемые на кранах для стропов или в качестве грузовых, должны иметь свидетельство завода-изготовителя об испытании в соответствии с ГОСТ 191—52. Если свидетельства нет, производят испытание образца цепи и проверку соответствия размеров этому ГОСТ.

К деталям подъемного механизма цепи крепят с помощью специальных концевых звеньев. Сварные калиброванные и пластинчатые цепи при работе на звездочке должны находиться в зацеплении не менее чем с двумя зубьями звездочки.

Расчет прочности сварных грузовых, пластинчатых и цепей для стропов производят по формуле

$$S = \frac{P}{K},$$

где P — разрушающая нагрузка цепи, *кГ*;

K — коэффициент запаса прочности.

Значение коэффициента запаса прочности сварных грузовых цепей и цепей для стропов по отношению к разрушающей нагрузке должно быть не меньше величины, указанной в табл. 16.

Таблица 16

Основные величины для расчета цепей

Тип цепи	Привод подъемного механизма	Коэффициент запаса прочности	Отношение $D : d$	Число зубьев звездочки
Сварная калиброванная и некалиброванная	Ручной	3	20	5
	Механический	6	30	5
Сварная калиброванная, работающая на звездочках	Ручной	4,5	20	—
	Механический	8	30	—
Сварная некалиброванная (строповая) с обхватом груза	—	6	—	—
Сварная некалиброванная без обхвата груза	—	5	—	—
Цепи Галля	—	5	—	8

Коэффициент запаса прочности грузовых пластинчатых цепей по отношению к разрушающей нагрузке у механизмов с машинным приводом должен быть не менее пяти, а при ручном приводе может быть снижен до трех.

Рабочее натяжение цепи не должно превышать наибольшего допускаемого натяжения, т. е. $S_р \leqslant S_{наиб}$.

Якорные цепи (ГОСТ 6345—52 и ГОСТ 228—61) кузнечно-горновой и электрической сварки без распорок могут быть применены на кранах и других грузоподъемных машинах в качестве стропов и грузовых цепей.

Диаметр барабана или шкива блока D определяют в зависимости от диаметра троса по формуле

$$D \geqslant d\,(e - 1),$$

где d — диаметр троса, *мм*;

e — коэффициент, зависящий от типа крана и режима его работы (табл. 17).

Длительность работы троса во многом зависит от диаметра барабана или шкива блока. Чем меньше диаметр, тем трос быстрее изнашивается. При очень малом диаметре трос может деформироваться. Поэтому изготовление барабанов и блоков диаметром менее полученного по формуле, приведенной выше, не разрешается.

Таблица 17

Наименьшие допускаемые значения коэффициента *e*

Тип грузоподъемной машины	Привод грузоподъемной машины	Режим работы машины	Коэффициент *e*
Грузоподъемные машины всех типов, за исключением стреловых кранов, электроталей и лебедок	Ручной		18
	Машинный	Легкий	20
		Средний	25
		Тяжелый, весьма тяжелый и весьма тяжелый непрерывного действия	30
Краны стреловые	Ручной		16
	Машинный	Легкий	16
		Средний	18
		Тяжелый, весьма тяжелый и весьма тяжелый непрерывного действия	20
Электрические тали		—	20
Грейферные лебедки: грузоподъемных машин, указанных в п. 1 данной таблицы		—	30
стреловых кранов		—	20
Блоки грейферов		—	18
Лебедки с ручным приводом для подъема грузов и людей		—	16

Примечание. Коэффициент *e* для канифас-блоков может быть принят равным 12.

Исключение делается для уравнительных блоков сдвоенных полиспастов, диаметр которых может приниматься на 40% меньше вычисленного по формуле. Уравнительный блок не является рабочим и вводится в систему сдвоенного полиспаста для выравнивания удлинения правой и левой ветвей троса. На рис. 95 приведена схема сдвоенного полиспаста механизма подъема с верхним и нижним расположениями уравнительного блока.

Диаметр барабана или шкива блока у кранов и других грузоподъемных машин должен быть:

а) с ручным приводом — не менее 20-кратного калибра цепи;

б) с машинным приводом — не менее 30-кратного калибра цепи.

При увеличении диаметра барабана и шкивов блоков напряжение от изгиба в звене цепи уменьшается и цепь работает в более благоприятных условиях.

Длину барабана следует рассчитывать так, чтобы при нижнем положении гака, грейфера, магнита или другого грузозахватного устройства на барабане оставалось навитым не менее 1,5 витков троса или цепи, не считая витков, находящихся под зажимным устройством. Запасные витки необходимы для разгрузки крепления троса или цепи.

Барабаны под однослойную навивку троса снабжают нарезанными по винтовой линии канавками. Применение гладкого барабана допускается: а) если по конструктивным соображениям необходима многослойная навивка троса на барабан; б) при навивке на барабан цепи; в) для механизмов с ручным приводом.

Рис. 95. Схема сдвоенного полиспаста с уравнительным блоком.

Наличие канавок дает возможность увеличить площадь контакта троса с барабаном, уменьшив таким образом удельное давление, возникающее в местах соприкосновения и являющееся одной из причин разрушения проволок троса. Канавки обеспечивают правильную укладку троса на барабан. Профилл винтовой канавки барабана устанавливают в зависимости от диаметра троса.

Для предупреждения соскальзывания троса или цепи при работе механизма гладкие барабаны, а также барабаны с канавками, предназначенные для навивки только одного троса, должны иметь реборды (ограничители), возвышающиеся над верхним слоем навивки не менее чем на один диаметр троса или ширину звена цепи. При многослойной навивке тросов или цепей на гладкий барабан должна быть обеспечена правильная укладка каждого слоя.

Радиус канавки блока должен быть несколько больше радиуса троса во избежание преждевременного износа его от заклинивания.

Обычно радиус ручья блока под трос принимают равным 0,53—0,55 диаметра троса. Угол раствора ручья 40—50°.

Тормоза, применяемые на кранах и других грузоподъемных машинах, различают: по назначению, конструктивному выполнению тормозящей детали, взаимодействию рабочих поверхностей под действием внешнего рабочего усилия и принципу действия.

По назначению тормоза бывают стопорные и спускные (центробежные регуляторы скорости). Стопорные вступают в действие и производят остановку механизма после отключения привода. Спускные работают в течение всего периода работы механизма и ограничивают скорость движения груза в определенных пределах.

По конструктивному выполнению тормозящей детали тормоза делят на колодочные, ленточные, дисковые и конические.

По взаимодействию рабочих поверхностей под действием внешнего рабочего усилия тормоза бывают двух типов: замкнутые и открытые. В замкнутых тормозах номинальный тормозной момент создается силой веса груза, расположенного на рычаге тормоза, или усилием сжатой пружины, а освобождение тормозного шкива осуществляется управлением тормоза. В открытых номинальный тормозной момент осуществляется управлением.

По принципу действия тормоза разделяют на автоматические (например, грузоупорные, замыкаемые весом поднимаемого груза) и управляемые.

§ 33. ГРУЗОЗАХВАТНЫЕ УСТРОЙСТВА КРАНОВ

Для перемещения грузов на кранах и других грузоподъемных машинах применяют гаки (крюки) и скобы, предназначенные для подвешивания на них грузов. Гаки и скобы, используемые при грузоподъемных работах (рис. 96—102), называют грузовыми в отличие от гаков и скоб, используемых по другому назначению.

Рис. 96. Однорогий грузовой гак.

Рис. 97. Двурогий грузовой гак.

Рис. 98. Глухая грузовая скоба.

Грузовые гаки и скобы называют грузозахватными устройствами. На грузозахватное устройство груз подвешивают при помощи различных приспособлений, которые чаще всего изготовляют из растительных или стальных тросов и сравнительно реже из цепей — грузовых и такелажных, называемых еще короткозвенными цепями.

Широко применяются гаки однорогие и двурогие, а скобы глухие и шарнирные. Выбор типа гака или скобы, а также технология их изготовления зависят от рассчитанной грузоподъемности. Так, например, гаки однорогие и двурогие могут быть коваными или же составленными из отдельных пластин и применяться при грузоподъемности до 100 *т*; однорогие обычно используются для грузо-

подъемности до 50 *т*, а двурогие — начиная с 25 *т*. Грузовые скобы и пластинчатые гаки используются при грузоподъемности более 100 *т*. Применение литых гаков и скоб не разрешается, но может быть допущено при наличии фирменной документации, подтверждающей качество изготовленных гаков и скоб.

Грузовые гаки и скобы, применяемые для подъемных механизмов, должны быть изготовлены ковкой или штамповкой. Гаки могут быть также выполнены из отдельных пластин, соединенных заклепками.

Рис. 99. Шарнирные грузовке скобы.

Рис. 100. Подвеска грузового гака с добавочным грузом.

Для грузов весом более 3 *т* следует применять гаки, вращающиеся на закрытых шариковых опорах.

На всех гаках и скобах заводом-изготовителем ставится клеймо с указанием грузоподъемности.

Размеры грузовых гаков должны соответствовать требованиям ГОСТ 6626—53 и ГОСТ 6627—58.

Согласно ГОСТ 2105—53 гаки должны быть изготовлены из Ст. 20 по ГОСТ 1050—60. Показатели механических свойств материала, а также другие требования, предъявляемые к поковкам гаков, должны соответствовать указаниям ГОСТ 2335—50 для Ст. 20 по группе ноль. Поверхность должна быть чистой. Заусеницы, плены, подсеки, острые углы, волосовины, трещины, а также подрезы на обработанной части хвостовика гака не допускаются. Не разрешается также заварка или заделка дефектов готового гака.

Каждый изготовленный гак должен выдержать испытание на прочность. Гаки грузоподъемностью до 5 *т* испытывают на заводах-изготовителях, гаки грузоподъемностью 5 *т* и более могут быть испытаны на месте установки.

Рис. 101. Нормальная подвеска грузового гака в одношкивном блоке.

Рис. 102. Подвеска грузового гака с помощью поперечины с серьгами в четырехшкивном блоке.

На прочность гаки испытывают нагрузкой, превышающей номинальную грузоподъемность на 25% в течение 10 мин. После снятия нагрузки не должно быть остаточной деформации (трещин, надрывов), для чего гак осматривают с помощью лупы.

Для определения механических свойств металла берут от каждой партии согласно ГОСТ 2105—53 определенное количество отожженных гаков. Для изготовления образцов гаки должны иметь припуск.

На каждом гаке, удовлетворяющем требованию стандарта, выбивают или выгравировывают товарный знак завода-изготовителя, грузоподъемность гака и клеймо ОТК.

Пластинчатые гаки, изготовляемые по ГОСТ 6619—53, бывают двух типов:

а) однорогие грузоподъемностью от 37,5 до 175 *т* (главным образом для кранов литейных цехов);

б) двурогие грузоподъемностью от 100 до 350 *т* (для кранов общего назначения).

Каждый гак должен выдержать испытание на прочность нагрузкой, превышающей его номинальную грузоподъемность на 25%.

Размеры специальных (не предусмотренных стандартом) кованых, штампованных и пластинчатых гаков, а также скоб и колец определяют расчетом; при этом специальные кованые и штампованные гаки, скобы и кольца должны соответствовать техническим условиям ГОСТ 2105—53, а специальные пластинчатые гаки техническим условиям ГОСТ 5519—53.

При работе возможно выпадение из зева гака вспомогательных приспособлений, поэтому гаки должны иметь предохранительные замыкающие устройства.

Когда грузовой гак или скоба испытывают ударные нагрузки (например, в кузницах, у кранов, обслуживающих прессы и молоты), должны быть предусмотрены амортизирующие приспособления для предотвращения передачи этих нагрузок на кран.

Осмотр гаков и деталей его подвески должен производиться не реже одного раза в год. При износе зева гака более 10% от первоначальной высоты сечения гак бракуется. При износе до 10% допускается электронаплавка качественными электродами типов Э-42, Э-42А и Э-50А по ГОСТ 2523—51. Сварочные работы должны выполняться дипломированными электросварщиками, допущенными к выполнению ответственных сварочных работ.

При большой грузоподъемности гаки и скобы на кранах подвешивают с помощью обоймицы (блока), представляющей комплект подвеса нижнего блока крана.

§ 34. ГРУЗОЗАХВАТНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Приспособления, при помощи которых производят подвешивание тяжестей на грузозахватные устройства подъемных машин, называют грузозахватными приспособлениями.

Бывают простые и очень сложные приспособления как по изготовлению, так и способу использования их во время работы с грузами. Часто они являются отдельными самостоятельными устройствами подъемных машин.

Применение грузозахватных приспособлений сокращает время операций по подвешиванию и снятию грузов, что повышает коэффициент использования и увеличивает производительность грузоподъемных машин. Так, на подъем и перемещение грузов затрачиваются секунды и минуты, в то время как на подвешивание их требуются десятки минут (даже без остропливания груза).

Наилучшими грузозахватными приспособлениями являются те, которые работают безотказно, имеют простую конструкцию, обладают малым весом, безопасны в работе, не портят груза или его упаковки и позволяют наиболее полно использовать подъемную силу применяемых грузоподъемных средств.

С этой точки зрения все грузозахватные приспособления могут быть разделены на два вида: универсальные и специальные. Универсальные приспособления используются при погрузочно-разгрузочных работах со многими категориями грузов. По конструкции и способу изготовления универсальные захваты могут быть простыми и реже сложными. Некоторые из них можно изготовить на месте работ путем несложных плотницких и такелажных операций, а иногда даже завязыванием узлов на соответствующих тросах.

К специальным грузозахватным приспособлениям относятся устройства и аппараты, предназначенные для такелажных и погрузочно-разгрузочных работ только определенных видов грузов.

Специальные грузозахватные приспособления должны: а) соответствовать формам и свойствам грузов; б) быстро захватывать и быстро освобождать грузы; в) быть прочными и надежными; г) иметь минимальный вес; д) не портить груз и его тару; е) быть удобными в эксплуатации.

По своим характеристикам все грузозахватные приспособления подразделяются на гибкие и жесткие, а по роду работы — на ручные, полуавтоматические и автоматические.

К ручным (простым) захватным приспособлениям относятся различные стропы, сетки, ковши, площадки, ящики и тому подобные приспособления, которые загружаются и стропятся вручную к захватному устройству крана. Если же одна из операций

остропки (прицепка или отцепка) осуществляется без участия рабочих, то такие захваты называют полуавтоматическими. Приспособления, осуществляющие все операции по перемещению и установке груза без участия рабочих, носят название автоматических грузозахватных приспособлений.

Специальные жесткие захваты полуавтоматического и автоматического типов применяют главным образом в специализированных цехах и при специальных работах. Универсальными гибкими ручными захватами широко пользуются в большинстве цехов различных предприятий и такелажных цехах судостроительных заводов.

Рис. 103. Общий вид грейфера.

Такое распространение они получили благодаря своей простоте, удобству и дешевизне.

На судостроительных предприятиях обычно применяют универсальные стропы и значительно реже специальные (см. § 35).

Остановимся кратко на применяющихся в судостроении основных автоматических грузозахватных приспособлениях, таких, как грейферы, подъемные электромагниты и вакуумные подъемники. Особенность их работы состоит в том, что при подъеме грузов и установке исключаются операции зацепки и отцепки, а весь цикл работы крана проходит автоматически, так как захватные приспособления постоянно соединяются с гаком крана.

Грейферы подразделяются на одноканатные, двухканатные и моторные (рис. 103). В одноканатном операции по зачерпыванию груза, подъему заполненного грейфера и его опорожнению производят с помощью только одного каната (троса).

В двухканатном грейфере имеются поддерживающий и замыкающий канаты, навиваемые на отдельные барабаны специальной двухбарабанной грейферной лебедки. Такие грейферы могут иметь два, три или четыре каната, но их принцип действия от этого не меняется.

По типу привода различают лебедки двухканатных грейферов с одномоторным и двухмоторным приводами. Первый имеет один двигатель, обслуживающий лебедки обоих барабанов. Каждый из барабанов двухмоторной лебедки приводится в движение отдельным двигателем.

У моторных грейферов имеются только поддерживающие канаты. Для замыкания «челюстей» на траверзе грейфера устанавливают специальный механизм с приводом от электродвигателя, ток к которому подводится по гибкому кабелю.

Применять грейферы с ручным приводом для замыкания «челюстей» запрещается.

В зависимости от типа грейфера и типа привода лебедки двухканатного грейфера назначают запасы прочности грейферных канатов.

Подъемные электромагниты применяют в качестве автоматических захватных приспособлений при подъеме и транспортировке стали, чугуна и отходов черных металлов (рис. 104).

Электромагнит состоит из стального корпуса и электромагнитной катушки. Корпус с наружной стороны имеет ребра, которые увеличивают его поверхность и способствуют при работе электромагнита лучшему охлаждению. Для предохранения от ударов о поднимаемый груз катушка закрыта шайбой.

Рис. 104. Общий вид подъемного электромагнита.

Электрический ток к катушке электромагнита подводится по гибкому кабелю, навиваемому на специальный барабан с кольцевым токоприемником. Кабельный барабан связан с выходным валом редуктора механизма подъема при помощи зубчатой передачи с паразитной шестерней, чем обеспечивается равенство скоростей кабеля и крюка (гака) с подвешенным к нему электромагнитом. Диаметр барабана должен быть не менее десяти наружных диаметров гибкого кабеля. Рекомендуется в проводе кабельного барабана применять фрикцион, предохраняющий кабель от обрыва при зацеплении.

Гаковую подвеску магнитных кранов обычно снабжают приспособлением во избежание вращения гака в горизонтальной плоскости, а сам гак — защелкой, предотвращающей выпадение из зева цепей грузового электромагнита.

Грузоподъемные электромагниты постоянного тока изготовляют круглой формы (серия М) и прямолинейной (серия ПМ).

Круглые электромагниты предназначены для подъема и транспортировки стальных и чугунных грузов (плит, чушек, скрапа, стружек и т. д.). Прямоугольные электромагниты предназначены в основном для транспортировки стальных и чугунных длинномерных грузов (рельсов, балок, труб и т. д.). Обычно применяют два или три таких электромагнита, работающих на общей траверзе.

Электромагниты бывают в нормальном исполнении (типы М-21, М-41, М-61 и ПМ-20) и тропическом (типы М-22Т, М-42Т, М-62Т и ПМ-25Т).

Электромагниты типов М-21 и М-41 предназначены для транспортировки холодных грузов, остальные допускают транспортировку горячих (температура до 500° С) грузов.

Подъемная сила электромагнитов зависит от рода груза, его формы и температуры. С повышением температуры подъемная сила уменьшается и при температуре материала примерно 700° С падает до нуля.

При подъеме монолитных грузов во избежание перегрузки магнитных кранов следует следить за тем, чтобы суммарный вес груза и электромагнита не превышал грузоподъемности крана.

Вакуумный подъемник состоит из рамы с системой воздухопровода. В эту раму вмонтировано необходимое количество вакуумных присосов, выполняемых из эластичной и маслобензостойкой резины (рис. 105). Присосы снабжаются обратными клапанами. Раму подъемника подвешивают на гак крана в качестве захватного приспособления. С помощью крана ее укладывают на плоскую поверхность груза (лист или полотнище), затем включают пневмосистему и груз «прилипает» к присосам. Для безопасности при перемещении рамы с листом в вертикальном положении ее нижняя кромка имеет кронштейны, на которые груз опирается.

Рис. 105. Общий вид вакуумного подъемника.

Такие подъемники сейчас применяют для работы с материалами, чувствительными к коррозии и не допускающими повреждения их наружной пленки (алюминиево-магниевые сплавы). За последние годы они находят широкое применение на зарубежных верфях. Кантование полотнища с помощью этих подъемников производят за два приема двумя грузозахватными приспособлениями.

Применяют следующие основные типы универсальных грузозахватных приспособлений: а) стропы из растительных и стальных тросов и такелажных цепей; б) грузовые сетки из растительных и стальных тросов; в) грузовые площадки из дерева, прочно связанного металлическими деталями.

Стропы бывают разных видов, размеров и разной грузоподъемности. Грузовые сетки и площадки обычно применяются следующих размеров: 2 × 2,5; 2,5 × 3,0; 3 × 3 и 3,5 × 4 *м* соответственно, которые не являются, однако, стандартом.

На рис. 106 показаны некоторые универсальные стропы.

Специальные захватные приспособления представлены на рис. 107—118.

Применительно к специальным грузам наиболее часто используют грузозахватные приспособления в виде балансиров или коромысел (поперечин), особенно необходимых при работе с

Рис. 106. Стропы: *а* — универсальный; *б* — облегченный; *в* — коуш из трубы для предохранения стропа от перетирания.

Рис. 107. Цепные стропы: *а* — замкнутый; *б*—открытый с кольцами; *в*—одинарный с кольцом и гаком; *г* — двойной; *д* —бочечные стропы с захватами; *е* — когтеобразные захваты.

Рис. 108. Грузовая сетка для мелких ящиков и других грузов.

Рис. 109. Грузовая площадка с защитной квадратной распоркой.

Рис. 110. Струбцины: *а* — с винтами и с шарнирным рычагом для подъема листов в горизонтальном положении; *б* — струбцины для подъема листов в вертикальном положении.

1 — корпус; *2* — рычаг-эксцентрик; *3* — тяга; *4* — серьга.

Рис. 111. Захваты: *а* — для профильного проката; *б* — эксцентриковые; *в* — для таврового набора; *г* — грузозахватное приспособление «мотылек»; *д* — захват для пиломатериалов; *е* — ящичные захваты на раме; *ж* — клещи и клещеобразные автоматические захваты.

Рис. 112. Траверза для перегрузки груза в бочках.

Рис. 113. Двойной строп для укладки мешков.

Рис. 114. Траверза для перегрузки длинномерных грузов.

Рис. 115. Захватные приспособления для тяжеловесных грузов: *а* — коротких; *б* — длинномерных.

Рис. 116. Грузовые поперечины (балансиры или коромысла).

Рис. 117. Подвески для коротких и длинных валов.

длинными, громоздкими и тяжелыми грузами и обязательных для спаренной работы двух или более кранов. Для работы с тяжелыми грузами широко применяются также подвески, грузовые платформы

Рис. 118. Коромысла: *а* — с постоянными точками подвеса груза; *б* — универсальное для работы с одним краном; *в* — универсальное для работы с двумя кранами.

и люльки, клещи и клещеобразные автоматические захваты, а также специальные захваты в виде подъемных электромагнитов и т. д.

Подъему предшествуют операции по подготовке груза, его остропке, соединению стропа с гаком или скобой крана, или же с гаком нижнего блока талей (если они применяются в качестве грузоподъемного механизма).

Подготовка груза может быть различной и в основном зависит от особенностей самого груза, а также от характера работы.

Груз доставляют к месту работ транспортными средствами, а затем либо прямо с помощью грузоподъемных машин устанавливают на свое место, либо предварительно сгружают на временное место в районе объекта и в нужное время доставляют на отведенное ему штатное место. Выгрузку производят в обратном порядке.

Собственно подготовка заключается в освобождении груза от упаковки, что иногда является трудоемкой операцией, требующей участия плотников, слесарей, монтажников и других рабочих. Кроме того, иные грузы требуют перед погрузкой сборки или разборки.

Операция закрепления стропа к грузу (остропливание) заключается в следующем. Подбирают строп по соответствующим техническим характеристикам — типу, размеру, конструкции и грузоподъемности. Подводят его под груз или соединяют с грузом, располагают рабочие ветви стропа на самом грузе, учитывая при этом форму выступающих частей жестких мест опоры ветвей стропа и необходимость предотвращения смятия и поломки груза. Располагают и закрепляют распор в верхних частях груза, чтобы предупредить сжатие его наклонными ветвями стропа, сходящимися на гаке крана, размещают подкладки под ветви стропа на острых кромках груза и обтягивают строп вручную, выравнивая ветви для правильной работы их при подъеме.

Все перечисленные операции по остропливанию производят со сложными и ответственными погрузками. Эти операции в большинстве случаев являются обязательными и при применении ручных стропов. При использовании вместо ручных стропов полуавтоматических захватов намного уменьшается объем ручного труда такелажников. При работе автоматическими захватами роль рабочих сводится к наблюдению за правильностью и последовательностью операций.

Последней операцией до подъема груза является зацепка груза (соединение стропа с гаком или скобой крана). Кратковременная и простая при надевании стропа на гак, она значительно усложняется при заводке его на скобу подъемной машины; для сокращения времени этой операции на скобы обычно заводят постоянные стропы с огонами, соединяющимися такелажными скобами, или же на скобу крана подвешивают постоянные подвески и уже к ним с помощью тех же такелажных скоб подвешивают стропы.

После того как груз остроплен, строп обтянут и надет на гак, приступают к обтягиванию стропа подъемным механизмом, работающим на малой скорости, и проверяют правильность и надежность остропки. После этого груз поднимают и устанавливают на место. Затем отдают строп и освобождают его от груза.

Остропливание груза — очень ответственная операция, от правильного крепления стропа к грузу зависят в большой степени подъем, перемещение и установка груза на место.

При остропке необходимо соблюдать следующие условия.

1. Перед употреблением строп должен быть тщательно осмотрен для выявления имеющихся повреждений. В случае применения бывших в употреблении стропов допустимая нагрузка после последнего испытания по сравнению со стропами из новых канатов должна быть уменьшена.

2. Строп должен закрепляться за надежные части груза, подлежащего подъему. Если применяют несколько стропов, точка приложения равнодействующей силы натяжения должна находиться на одной вертикали с центром тяжести поднимаемого груза, и натяжение во всех ветвях стропов должно быть ровным.

Практически это проверяют нажимом руки на середину стропов, надеваемых на гак.

3. Необходимо следить за тем, чтобы строп не касался острых кромок поднимаемого груза, иначе он может быть перерезан. В местах соприкосновения стропа с острыми кромками рекомендуется подкладывать ветошь или паклю — при остропке легких грузов и специальные подкладки и маты — при остропке тяжелых грузов.

4. Нужно, чтобы стропы накладывались на груз равномерно, т. е. чтобы исключалась возможность изломов отдельных ветвей и узлов. При подвешивании груза надо следить за тем, чтобы он был хорошо закреплен и обтянут и не мог менять своего положения во время подъема и перемещения.

5. На двурогие гаки стропы следует надевать равномерно на оба рога. Груз приподнимают сначала на некоторую высоту, проверяют остропку и, если она выполнена плохо, груз опускают на место и подправляют стропы на гаке.

6. Снимать стропы можно только после того, как груз на месте установки принял устойчивое положение.

7. Правильный подбор стропов по техническим характеристикам при выполнении такелажных работ определяет успех и качество этих работ.

8. Стропы должны быть испытаны и снабжены бирками.

9. Стропы хранят в кладовых цеха и устанавливают за ними такой же уход, как и за тросовыми изделиями.

10. Снижение величины грузоподъемности стропов и замену их новыми производят на основании инструкции и положений по технике безопасности и особых правил, действующих на заводах (см. § 32).

Рассмотрим, как организуется работа бригады такелажников на береговых кранах. В состав бригады обычно входят крановщики и такелажники-стропальщики. Старшина-такелажник командует всем ходом операции.

При работе любым краном обязанности старшины-такелажника сводятся в основном к следующему: руководить работой и правильно управлять краном, что особенно важно при работах в це-

хах во время переноски груза над рабочими площадками и ценным оборудованием, правильно подбирать стропы и все нужные для данной работы детали, а при необходимости применять специальные конструкции и приспособления, правильно остропить груз (с равномерным натягом на ветви стропов и учетом возможности легкой и быстрой их отдачи после погрузки).

Напряженного внимания требует управление мощным плавучим краном. Старшина-такелажник должен следить за движениями крана и их изменением, особенно при работах на течении и при неблагоприятной погоде.

Такелажники, обслуживающие краны, должны выполнять следующие правила. Кран должен иметь специальные сигнальные устройства, оповещающие о его работе или передвижении. Кроме того, на нем должны быть прибиты плакаты о недопустимости нахождения людей под грузом, а также щиты с надписью о предельной грузоподъемности крана на данном вылете. Движущиеся части гиней крана должны быть всегда смазаны, а трос шкентеля или гиней один или два раза в год промазываться тавотом, смешанным с графитом.

Такелаж крана (стропы разные, тросы, скобы и т. д.) должен иметь бирки с данными о наибольшей грузоподъемности. Бирки набиваются во время переосвидетельствования такелажа, проводимого один-два раза в год. В промежутках между переосвидетельствованиями такелаж проверяет старшина крана и при обнаружении преждевременного износа не допускает такелаж к дальнейшей работе.

Инструктаж по технике безопасности должен проводиться периодически с обязательным оформлением в соответствующих журналах.

При погрузке на суда все детали должны взвешиваться на весах, устанавливаемых рядом с судном.

Грузы должны подниматься краном только в вертикальном направлении. Категорически запрещается поднимать тяжести, независимо от их веса, под углом или брать на «оттяжку». В тех случаях, когда груз не может быть подан непосредственно под кран, необходимо с помощью канифас-блоков подтянуть его.

При подъеме тяжестей вначале следует, слегка выбирая гак крана, обтянуть стропы, выравнивая их при этом, а затем поднимать с последующим разворотом стрелы крана. Обтягивать и осаживать стропы при поднятом грузе не разрешается.

§ 35. СТРОПЫ И СПОСОБЫ ПОДВЕШИВАНИЯ ГРУЗОВ

Строп — простейшее приспособление для захвата и подвески груза при его погрузке или выгрузке. Он представляет собой различным образом заделанный малометражный конец растительных и стальных тросов или цепей,

В судостроении широко применяют следующие типы стропов: а) круговые в виде колец, заделанных сплеснями; б) в одну ветвь с огонами на концах; в) имеющие на одном конце огон, а на другом коуш; г) с заделанными на коуш двумя концами; д) в две ветви и имеющие на концах коуш и гак; е) имеющие коуш, две ветви не связаны и на концах снабжены гаками; ж) в две ветви, концы заделаны на коуш; з) имеющие одну или несколько ветвей, заделанных на кольцо, каждая ветвь снабжается гаками, храпцами или когтеобразными захватами; и) заделанные на кольцо двумя концами и имеющие пару свободно передвигающихся захватов.

Для особых грузов могут применяться стропы, состоящие из различных комбинаций стропов, цепей и других деталей.

Стропы из растительных тросов обладают меньшей прочностью по сравнению с прочностью стальных тросов, что ограничивает возможность их применения при подъеме тяжелых грузов. Срок службы растительных стропов значительно меньше стальных, так как они подвержены гниению от действия влаги, масел и т. д. Но они более гибки и легко связываются в узлы, что делает их незаменимыми при работах с грузами, требующими мягких стропов.

Применение растительных тросов в горячих цехах и на участках, где употребляют минеральные масла, кислоты и их отходы, недопустимо. Мокрые стропы должны быть высушены, а намокшие в соленой морской воде сначала вымыты в пресной воде и затем просушены. Общий уход за растительными стропами такой же, как и за растительными тросами.

Наиболее часто употребляемые растительные стропы имеют следующие размеры: длина кругового (кольцевого) стропа в пределах 3—12 *м*; длина стропа с двумя огонами 1; 1,5; 6; 8 *м* при диаметре троса 15—35 *мм*, а длина заделки концов для разных толщин тросов примерно 200—600 *мм*.

Для увеличения размеров стропы могут быть легко соединены.

Стальные стропы применяют при работе с легкими и тяжелыми грузами. Это обусловлено их большей прочностью, что позволяет изготовлять стропы из более тонких тросов (для уменьшения их веса) по сравнению с растительными и особенно цепными той же грузоподъемности. Для массовых такелажных работ с грузами обычно используют стальные стропы в одну ветвь с двумя огонами на концах, удобные при остропливании грузов в удавку с затяжкой стропа при подъеме.

Для подъема и перемещения тяжелых грузов больших габаритов применяют только стропы из стального троса большого диаметра. Это позволяет отказаться от применения ручных способов остропки таких грузов. Большие круговые стропы из толстых стальных тросов, концы которых заделаны огонами и соединены в кольцо скобами, заводят либо петлями под нижнее основание груза-тяжеловеса со стороны концов груза (если это

возможно), либо в имеющиеся в грузе отверстия или между подкладками и нижними частями груза. Ввиду жесткости и большого веса этих стропов для такой сложной остропки груза применяют и более тонкие гибкие стальные тросы — проводники. Для этого используют вспомогательные механизмы кранов (лебедки и специально расположенные направляющие блоки или малые гини, кошки и т. д.).

Несмотря на то что стальные стропы изготовляют из гибких проволочных тросов, они отличаются большой жесткостью. Этот недостаток, однако, не мешает их широкому и повсеместному применению. Другим недостатком является их склонность к перекручиванию и образованию колышек, появляющихся в начале работ и остающихся до полного изнашивания стропов. Кроме того, при перемещении грузов, остропливании и подъеме от изломов на острых кромках стальные стропы быстро изнашиваются и приходят в негодность. Поэтому во всех случаях следует применять подкладки, основное назначение которых — притуплять (утолщать) острые кромки без применения мягких матов. Можно применять и металлические подкладки.

Срок службы стальных стропов значительно превосходит срок службы растительных при одинаковой интенсивности использования. Но это достигается лишь при условии выполнения всех правил ухода за ними (аналогично правилам ухода за стальными тросами).

По сравнению с растительными типы, размеры и грузоподъемность стальных стропов гораздо разнообразнее, их длина колеблется примерно от 1 *м* для мелких деталей до 40 *м* и более для объемных и тяжелых грузов, требующих больших стропов. Наиболее часто применяемые стальные стропы в среднем имеют длины от 2 до 20 *м*. Диаметр стальных тросов может изменяться в очень широких пределах от 5 до 80 *мм* и более.

Цепные стропы применяют гораздо реже, чем растительные и стальные. Такелажники используют универсальные и специальные полуавтоматические цепные стропы. Наиболее часто встречаются следующие типы стропов: круговые (замкнутые); в одну ветвь с двумя кольцами (открытые); в одну ветвь с кольцом и гаком; в две ветви с кольцом и двумя гаками или храпцами. Их применяют главным образом для подъема тяжелых грузов, причем способы остропки те же, что и для растительных и стальных стропов. Особо остропливаются только бочки. Необходимо предусматривать защиту кромок ответственных грузов от повреждений, пользуясь для этого подкладками.

Цепные стропы изготовляют из обычных сварных некалиброванных цепей, они бывают разных размеров и разной грузоподъемности. Для подвешивания их к гакам применяют кольца и захваты в виде крюков, храпцов или когтеобразных деталей.

Цепные стропы широко применяют в горячих цехах.

§ 36. ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ РАСЧЕТЫ ПРИ ПОДВЕШИВАНИИ И ПОДЪЕМЕ ГРУЗОВ

Подвешивание грузов на одной ветви стропа. При подвешивании груза с помощью стропа, состоящего из одной работающей ветви, независимо от того, как груз будет закреплен, ветвь будет работать на растяжение с силой, равной весу самого груза, т. е.

$$S = \frac{Q}{n} = \frac{Q}{1} \text{ или } S = Q,$$

где Q — вес груза, *кг*;

n — число ветвей стропа.

Следовательно, для безопасного подъема груза необходимо подобрать строп с таким расчетом, чтобы запас прочности был в пределах, указанных в § 32.

Таким образом, выбор необходимого размера стропа в одну ветвь для подъема груза данного веса заключается в том, чтобы зная его вес и минимальный коэффициент запаса прочности троса или цепи, найти их диаметр или калибр.

Нагрузка на строп в одну ветвь равна весу груза. Задавшись величиной коэффициента безопасности, легко найти и диаметр стропа. На практике могут возникнуть различные задачи. Для решения их следует пользоваться соответствующими таблицами и следующими эмпирическими формулами.

Строп из растительного троса рассчитывается по формуле

$$\frac{4S}{\pi d^2} \leqslant R_z,$$

где d — номинальный диаметр троса, *см*;

S — допускаемое усилие на одну ветвь стропа, *кГ*;

R_z — допускаемое условное напряжение на разрыв, *кГ/см²*.

Для растительных тросов, используемых в качестве стропов, допускаемое условное напряжение на разрыв, отнесенное к 1 *см²* площади троса номинального диаметра, принимают для бельных тросов $R_z = 50$ *кГ/см²*, а для смольных $R_z = 45$ *кГ/см²*. Отсюда нетрудно найти и диаметр троса, если известна величина усилия, приходящаяся на одну ветвь стропа.

Для бельных тросов $d = 0{,}16\,S$.

Для смольных тросов $d = 0{,}168\,S$.

Для растительных тросов, используемых в качестве лопарей талей или гиней, допускаемое условное напряжение на разрыв принимают для бельного троса $R_z = 100$ *кГ/см²* и для смольного $R_z = 90$ *кГ/см²*.

Стропы из стальных тросов рассчитывают только на растяжение по формуле

$$S = \frac{P}{K},$$

где K — коэффициент запаса прочности.

Для стропов, охватывающих груз, $K \geqslant 10$, а для стропов, не охватывающих груз, $K \geqslant 6$.

Цепные стропы рассчитывают по этой же формуле, но коэффициент запаса прочности принимают для круговых стропов и одинарной ветви с кольцами на концах, охватывающих груз, $K \geqslant 6$; для стропов-цепей, подвешивающих груз, не охватывая его, $K \geqslant 5$.

Если известна величина натяжения на одну ветвь стропа, калибр цепи d определяется по формуле

$$d = 0{,}04\sqrt{S},$$

где S — натяжение на одну ветвь стропа, *кГ*.

Подвешивание грузов на двух и более ветвях стропа. Если груз подвешивается вертикально на стропе, состоящим из двух или нескольких параллельных ветвей одинаковой длины, то вес груза распределяется между ветвями равномерно. Каждая ветвь будет одинаково нагружена только в том случае, если центр тяжести груза расположен симметрично относительно ветвей стропа. Натяжение каждой ветви определяется по формуле, приведенной выше.

Все сказанное об одинарных стропах относится и к стропам с большим числом ветвей. Подвешивание грузов на двух и более ветвях применяют при одновременном использовании двух или нескольких грузоподъемных механизмов или при использовании коромысла или рамы с несколькими ветвями подвеса и т. д. Этот способ не усложняет процессов подъема и перемещения разных грузов, в том числе и тяжеловесных.

При подвешивании груза на стропах, ветви которых сходятся на гаке под углом друг к другу в разных плсскостях, сила, растягивающая каждую ветвь, возрастает по сравнению с силой, которая бы появилась при подъеме того же груза на тех же стропах, но при параллельном расположении ветвей. Углы, образующиеся между стропами в плоскости, перпендикулярной их ветвям, расчету не подлежат.

Грузы обычно подвешивают на парном числе ветвей стропов. Наиболее часто подвешивают грузы на стропах из двух или четырех ветвей, а иногда на шести, восьми и более ветвях. Однако работа пары ветвей одного стропа всегда аналогична работе любого другого числа ветвей, участвующих в подъеме груза. Поэтому можно рассматривать подъем груза стропом, состоящим из двух ветвей.

При подъеме грузов имеет значение расположение ветвей стропа, идущих на гак наклонно и образующих углы с вертикалью и горизонталью.

Из рис. 119 видно, что если обозначить вес поднимаемого груза Q, угол наклона ветви стропа к вертикали α, угол наклона ветви стропа к горизонтали β, то можно найти натяжение каждой ветви стропа по формуле

$$S = \frac{Q}{2\cos\alpha} \text{ или } S = \frac{Q}{2\sin\beta}.$$

Кроме того, нетрудно определить и величину горизонтальной составляющей силы натяжения ветвей S'

$$S' = \frac{Q}{2}\operatorname{tg}\alpha \text{ или}$$

$$S' = \frac{Q}{2}\operatorname{ctg}\beta.$$

Рис. 119. График разложения усилий в стропах.

Угол α образован ветвью стропа и вертикалью, вершина его находится на гаке. У стропа с двумя ветвями он равен половине угла, образованного двумя ветвями стропа. Угол 2α образуется двумя ветвями стропа на гаке крана и называется углом распора стропа. Для вычисления натяжения ветвей стропа S и горизонтальной слагающей этого натяжения S' нужно брать его половину, что и составит действительный угол между наклоном ветви стропа и вертикалью, проходящей через центр гака или центр грузовой скобы крана.

Угол β образуется ветвью стропа и горизонтальной линией, проходящей над местом излома и наклона ветви и называется углом стропа. От величин углов α и β зависят силы растяжения ветвей стропа и силы, сжимающие груз. Так как углы α и β взаимосвязаны, то с изменением одного из них меняется другой (как углы одного и того же треугольника); поэтому в дальнейшем все расчеты будем вести только по углу распора стропа, зная, что с увеличением угла распора уменьшается угол стропа и наоборот.

С увеличением α увеличивается сила натяжения S в каждой ветви стропа и сила сжатия груза S', которые могут возрасти до недопустимых величин и привести к аварии, если не учесть их. Для уверенной работы с грузами такелажники должны знать закон возрастания усилий в ветвях стропа и сил сжатия в зависимости от угла распора.

На рис. 120 изображены кривые зависимости между S и S', определенные для стропа, состоящего из двух ветвей, при подъеме груза весом 2000 *кг*; тогда $\frac{Q}{2} = 1000$ *кг* при углах распора от нуля до 180°. Как видно, большие углы наклона вызывают и бо́льшие усилия в ветвях стропа, а также большее сжатие или больший изгиб поднимаемого груза. Отсюда вывод — полезная нагрузка ветвей стропов уменьшается с увеличением угла распора (табл. 18).

На рис. 121 показан подъем груза весом 1000 *кг* стропом с двумя ветвями. Из рисунка и таблицы видно, что условия работы стропа при α около 30° еще допустимы, а при 120° на каждую ветвь стропа приходится вдвое большее усилие. При дальнейшем увеличении α усилия в ветвях еще более возрастают. То же самое происходит и с усилием сжатия.

Рис. 120. Кривые растяжения в ветвях стропов и сжатие груза.

На практике всегда следует стремиться к тому, чтобы угол распора был меньше 60°, а для этого необходимо выбирать по возможности более длинные стропы. Для предотвращения поломки тары и повреждения самого груза во всех случаях следует между ветвями стропов устанавливать распорки, на которые опирались бы ветви стропа, а также применять кранцы.

Для решения задач по подъему и перемещению грузов существуют различные методы. Лучшими из них следует признать графические, как более наглядные. В последнее время предложено

Таблица 18

Усилия растяжения в стропах в зависимости от величины угла между ветвями (рис. 121)

Угол между ветвями стропа α, град.	Усилие растяжения на каждую ветвь, *кГ*	Угол между ветвями стропа α, град.	Усилие растяжения на каждую ветвь, *кГ*	Угол между ветвями стропа α, град.	Усилие растяжения на каждую ветвь, *кГ*
0	500	60	577	130	1183
10	502	70	610	140	1462
20	508	80	653	150	1932
30	518	90	707	160	2880
40	532	100	778	170	5734
45	541	110	872	180	∞
50	552	120	1000		

несколько номограмм, одна из которых может быть рекомендована. На рис. 122, представлена номограмма, разработанная инж. Д. П. Уколовым. По данным $\frac{a}{2}$ и R (допускаемая нагрузка на ветвь стропа) определяется S и S' по несущей способности стропа и требуемому углу распора — допускаемая нагрузка R.

Рис. 121. Величины усилий в стропах.

Если груз Q подвешен симметрично на четырех ветвях, то можно считать, что усилия от груза распределяются поровну между четырьмя ветвями стропов. Тогда натяжение в ветвях стропа S определится из формулы

$$S = S_1 = S_2 = S_3 = S_4 = \frac{Q}{4}\,\frac{1}{\cos\alpha}.$$

Согласно рис. 123 $\cos\alpha = \frac{h}{l}$, а $\frac{1}{\cos\alpha} = \frac{1}{h/l} = \frac{l}{h}$.

Тогда формула примет следующий вид:

$$S = \frac{Q}{4}\,\frac{l}{h},$$

где l — длина ветви стропа, расположенного наклонно, *см* или *м*;
h — высота кольца или гака над плоскостью, с которой начинается уклон ветви стропа, *см* или *м*.

Рис. 122. Номограмма для определения усилий в стропах.

В общем случае при любом числе ветвей стропов и симметричном их расположению относительно центра тяжести груза формула может быть представлена в виде

$$S = \frac{Q}{n} \frac{1}{\cos \alpha},$$

или, если заменить $\frac{1}{\cos \alpha} = K$,

$$S = K \frac{Q}{n},$$

где n — число ветвей стропов;

K — коэффициент, зависящий от угла наклона ветви стропа и вертикали, и учитывающий увеличение натяжения. В ветвях с увеличением угла α $K = \frac{1}{\cos \alpha} = \frac{l}{h}$.

Таким образом, вместо определения угла α (что часто весьма затруднительно) можно ограничиться измерением l и h.

Если подвешиваемый груз обхватывают стропом с двумя ветвями, на верхних частях груза ветви наклоняются и сходятся на гаке, образуя как бы закрытую подвеску. Если груз подвешивают на два таких стропа, то ветви располагаются на значительно большем расстоянии одна от другой по длине груза, образуя тем самым больший угол распора между двумя стропами, но не сжимают, а только изгибают груз по длине.

В первом случае движение и смещение круговых стропов возможно только по вертикали. Если стропы надеты на гак и остропка произведена не по отвесу, груз может начать вращаться.

Когда груз подвешивают на два стропа, нижние части стропов, расположенные по длине груза и отстоящие на значительном расстоянии от отвеса, при соответствующем положении гака стремятся сблизиться. Это особенно заметно при ослабленных стропах и когда у груза нет выступающих частей, препятствующих сдвиганию стропов. В этом случае стропы к намеченным частям груза необходимо прикрепить найтовами или оттяжками, называемыми в судостроении шпрюйтами. В зависимости от назначения иногда могут применяться шпрюйты из растительных тросов. Но если при подъеме грузов могут возникнуть большие усилия, то постановка шпрюйта не изменит положения. Применение стропов-подвесок, зацепляющих груз в любой его части при помощи узловрымов, обухов и т. д., не связано с особыми трудностями и значительными затратами времени на остропливание груза. Кроме того, отпадает необходимость тщательной проверки расположения стропов, фиксации их и обтягивания. Освобождение грузов от стропов также непродолжительно по времени.

Схема определения расчетных величин при остропке и способы остропки показаны на рис. 123 и 124.

Рис. 123. Схема определения расчетных величин при остропке грузов.

Рис. 124. Способы остропки грузов.

В табл. 19 приведены диаметры тросов в зависимости от веса поднимаемого груза и типа стропа. Ввиду того что эта таблица составлена на основании немногих данных с определенными исходными условиями, ею можно пользоваться лишь как ориентировочной.

Таблица 19

Выбор диаметра троса в зависимости от веса поднимаемого груза и типа стропа (рис. 124)

Вес поднимаемого груза, *т*	Количество ветвей			Отношение высоты подвеса к длине распора стропа								
				при двух ветвях			при четырех ветвях			при восьми ветвях		
	1	2	4	1 : 1	1 : 1,5	1 : 2	1 : 1	1 : 1,5	1 : 2	1 : 1	1 : 1,5	1 : 2
				Диаметр троса, *мм*								
1	15	11	11	11	13	—	11	11	11	11	11	11
2	21,5	15	11	15	17,5	—	13	13	13	11	11	11
3	25	19,5	13	19,5	19,5	—	15	17,5	17,5	11	13	13
4	30	21,5	15	21,5	24	—	19,5	19,5	21,5	13	13	15
5	—	24	17,5	25	—	—	19,5	21,5	22	15	15	17,5
6	—	25	19,5	—	—	—	21,5	24	25	15	17,5	17,5
7	—	28	19,5	—	—	—	24	25	26	17,5	17,5	19,5
8	—	30	21,5	—	—	—	25	26	28	19,5	19,5	21,5
9	—	30	21,5	—	—	—	28	28	30	19,5	19,5	21,5
10	—	32,5	24	—	—	—	28	30,5	32,5	19 5	21,5	22
11	—	33,5	24	—	—	—	30,5	30,5	32,5	1,5	21,5	24
12	—	—	25	—	—	—	30,5	32,5	34,5	21,5	24	25
13	—	—	26	—	—	—	32,5	33,5	—	22	24	25
14	—	—	28	—	—	—	33,5	34,5	—	24	25	26
15	—	—	28	—	—	—	34,5	34,5	—	25	28	28

§ 37. СПАРЕННАЯ РАБОТА КРАНОВ

Из всех такелажных работ по подъему и перемещению тяжестей наиболее сложной и ответственной является одновременная работа двух, трех и более кранов.

Спаренная работа кранов применяется в периоды стапельной и достроечной постройки судна. Необходимость применения этого сложного способа работы с грузами вызывается большими размерами и главным образом большим весом грузов. При работе с длинномерными грузами, даже если имеются краны достаточной

грузоподъемности, приходится использовать совместную работу двух и более кранов, так как максимальная грузоподъемность одного крана может оказаться недостаточной.

Необходимо отметить требования, являющиеся обязательными при совместной работе двух и более кранов.

1. При погрузке и выгрузке тяжеловесов и длинномеров могут использоваться различные краны как по своему назначению, так и конструкции.

2. Грузовые гаки кранов должны спускаться вертикально к захватным приспособлениям. Поднимать груз с оттяжкой (наклонно), даже незначительной, запрещается.

3. Остропливание грузов должно проводиться со всей тщательностью, а обтягивание и выравнивание стропов или специальных захватов — с осторожностью и на малых скоростях. При этом краны могут располагаться вдоль по одной стороне груза или по обе стороны груза попарно, а также в иных комбинациях.

4. Подъем груза несколькими кранами должен осуществляться под руководством опытных такелажников.

5. Единственно правильным способом подъема и перемещения длинных, громоздких и тяжелых грузов может считаться способ с применением поперечин, называемых траверзами, или коромыслами. Поднимаемый груз остропливается подвесками, сходящимися к одной балке, где их закрепляют скобами или намертво. Груз, подготовленный к подъему, подвешивают на гак крана. Вес поднимаемого груза, таким образом, передается на балку (траверзу), с которой и соединяется грузовой гак кранов.

Длина коромысла определяется размерами грузов и конструктивными особенностями кранов. Часто для крупных и тяжелых грузов вместе с коромыслами взамен стропов применяют полотенца из листовой стали, склепанные или сваренные по длине.

При совместной работе кранов с применением траверз совершенно исключается опасность, отмеченная в п. 4 этого параграфа.

Кроме того, применение траверз позволяет включить в работу краны разной грузоподъемности. Грузовой гак коромысла, на который надевают стропы с подвешенным на них грузом, смещен к одному из концов балки. К концу с меньшим плечом ставят кран бо́льшей грузоподъемности. Этот способ применяют, когда грузоподъемность одного крана недостаточна (рис. 125). Место подвешивания грузового гака в этом случае определяют грузоподъемностью обоих кранов Q_1 и Q_2, т. е.

$$Q_1 + Q_2 = Q.$$

Плечи траверзы l_1 и l_2 можно найти по формуле

$$l_1 = l\frac{Q_2}{Q} \text{ и } l_2 = l\frac{Q_1}{Q},$$

где l — расстояние между точками подвеса траверзы;

l_1 — расстояние от грузового гака до точки подвеса траверзы для крана меньшей грузоподъемности;

l_2 — расстояние от грузового гака до точки подвеса траверзы для крана большей грузоподъемности.

При равных грузоподъемностях кранов $Q_1 = Q_2$ грузовой гак устанавливают посередине траверзы. Во всех случаях необходимо учитывать вес траверз.

Рис. 125. Схема подъема тяжелого груза двумя кранами.

Спаренная работа кранов правилами Котлонадзора разрешается при обязательном участии и под непосредственным руководством ответственного лица.

Рассмотрим некоторые наиболее характерные способы совместной работы кранов по подъему тяжелых и крупногабаритных грузов. Наиболее часто применяется способ спаренной работы двух кранов. Им широко пользуются внутри цехов, где преобладают мостовые краны, в местах предварительной сборки и в достройке с помощью портальных, а иногда и плавучих кранов.

Работа внутри цехов. В этом случае спаренная работа двух кранов ограничивается неполной свободой действия кранов и поэтому используется при весьма ограниченном числе операций.

Работа на площадках предварительной сборки. На площадках предварительной сборки при создании громоздких и тяжелых

секций корпусов судов часто применяется спаренная работа кранов. При сборке крупных секций количество крановых средств может содействовать скоростным методам сборки или замедлять их. Если на площадках недостает кранового оборудования, то привлекают передвижные краны завода, в особенности железнодорожные краны большой грузоподъемности.

Из основных приемов, применяемых при спаренной работе кранов на площадках, необходимо отметить следующие.

1. Гаки обоих кранов устанавливают с одной стороны конструкции, подлежащей перемещению. Груз поднимают без коро-

Рис. 126. Общий вид приспособления для кантовочных операций секций при их сборке и сварке.

мысла или с его помощью, а затем оба крана с одинаковой скоростью перемещаются в нужном направлении. Груз опускают и устанавливают по указанию руководителя работ. Если при этом необходимо развернуть груз, то это может быть выполнено как до перемещения, так и после него, причем кантовка производится путем многократного перестропливания и применения деревянных подкладок.

2. Та же работа может быть выполнена при установке гаков кранов по обе стороны от груза. Этот способ считается более эффективным, однако такая расстановка кранов не всегда возможна.

3. При обслуживании площадки вращающимися кранами любого типа работы по подъему, а в особенности перемещению тяжестей, значительно упрощаются.

При спаренной работе стрелы кранов могут устанавливаться параллельно друг другу и под углом, что диктуется условиями работы. Работы по разворачиванию и переворачиванию больших секций, даже при наличии кранов, являются довольно сложными. Поэтому на многих судостроительных заводах созданы специальные кантователи — постели или кондукторы (рис. 126).

Работа на стапелях. Спаренная работа кранов на стапелях составляет довольно высокий процент и применяется при перемещении отдельных секций и тяжелых деталей.

Подвозка грузов к стапельной площадке обычно осуществляется транспортными средствами завода, причем место, к которому грузы должны доставляться, в каждом отдельном случае должно быть точно указано, так как при спаренной работе кранов это имеет большое значение. Дальнейшая работа по погрузке доставленных конструкций и деталей осуществляется способом, зависящим от самих стапельных кранов и их возможностей (от высоты подъема груза, места возможной подачи на судно и т. д.).

Выбор способа спаренной работы кранов в каждом случае решается отдельно, что лишает возможности дать заранее какие-либо рекомендации. В таких случаях на помощь должен прийти опыт такелажников.

При наличии эллинга и шатрового перекрытия над стапелями возникают новые возможности по обслуживанию стапелей кранами (рис. 127).

Рис. 127. Схема спаренной работы кранов с большой высотой подъема.

Вопрос о возможности совместной одновременной работы трех, четырех и более кранов, а также о целесообразности и практической выгоде такого совмещения решается всегда положительно, но на практике это связано с большими трудностями.

На рис. 128 и 129 показаны схемы подачи грузов на стапеле при совместной работе нескольких кранов.

Работы в период достройки. Особое значение приобретает работа спаренными кранами в период достройки судов при обслуживании их портальными и им подобными кранами. В этот период все тяжелые погрузки осуществляются плавучими или стационарными кранами большой грузоподъемности, но иногда погрузку производят спаренной работой береговых кранов. В этих случаях погрузка может осуществляться следующими способами.

Рис. 128. Схема совместной работы двух кранов при подъеме и перемещении тяжелых грузов.

Рис. 129. Схема работы трех кранов при подъеме и перемещении тяжелых и громоздких грузов.

1. Когда краны устанавливают вдоль борта судна, погрузка может быть произведена без их передвижения. Для этого их следует установить так, чтобы стрелы сходились над грузом под углом. Подняв груз на соответствующую высоту и работая стрелами или только сочлененными укосинами стрел, добиваются такого угла наклона, который позволял бы кранам оставаться на месте, а стрелам поворачиваться, не задевая друг друга. Затем поворотом стрел обоих кранов внутрь поднимают груз.

2. Второй способ подобен первому и отличается только тем, что стрелы устанавливаются параллельно друг другу над грузом и поднимают его на такую высоту, чтобы при перемещении груз не задевал за попутные препятствия. После этого краны расходятся, а стрелы поворачиваются друг к другу. Когда краны разошлись до расстояния, при котором груз висит отвесно, а стрелы проходят, не задевая друг друга, краны останавливаются, а стрелы продолжают совершать поворот. Затем краны начинают опять сходиться до такого расстояния, чтобы груз мог достигнуть места своей установки из отвесного положения.

3. Третий способ применяется в том случае, когда краны подходят к борту судна перпендикулярно. Оба крана подходят к борту судна с грузом при параллельном расположении стрел и подают его на место; при обратном движении краны, подняв с судна груз на необходимую высоту, стопорят его на гинях и с одинаковой скоростью отходят от борта к тому месту, где груз должен устанавливаться.

Работы плавучих кранов. При спаренной работе плавучих кранов усложняется подготовка операции подъема груза и его транспортировка. Основная трудность состоит в том, чтобы как можно жестче скрепить между собой два понтона кранов, которые, как правило, никогда не бывают одинаковыми. Понтоны соединяют прочными стальными тросами (швартовами) втугую и накрест и для предупреждения слабины применяют лебедки или шпили. Такой способ соединения мало надежен тем более, что при подъеме тяжестей понтоны, имеющие различные размеры, различно погружаются в воду, создавая при этом разные осадки и дифференты, что нарушает скрепление.

При спаренной работе плавучих кранов применение длинных коромысел позволяет легко осуществлять разнос гиней кранов, а это дает возможность применить краны, разные по конструкциям, размерам и грузоподъемности. При подъеме больших и тяжелых грузов без коромысла краны, по-разному погружаясь в воду, создают перекос груза, а это ведет к изменению нагрузки, приходящейся на каждый кран. Кроме того, нарушается соединение понтонов, нередко приводящее к разрыву швартовов, что в свою очередь вызывает раскачивание груза и перегрузку кранов. Поэтому при совместной работе плавучих кранов необходимо применение коромысел.

Во избежание аварии работа по подъему тяжелых объектов двумя спаренными плавучими кранами может производиться только в закрытых бассейнах при тихой погоде, причем должно быть запрещено всякое движение судов и катеров в районе работы кранов. Перед началом подъема прочно соединенные между собой понтоны кранов устанавливают у стенки на швартовах точно относительно груза. Если груз может быть подведен к кранам, то они могут быть установлены более произвольно, но с учетом лучших условий для выполнения предстоящей работы. После заводки стропов или полотенец под груз краны начинают обтягивать слабину гиней и стропов. Затем по команде старшины-такелажника начинается плавный подъем груза двумя кранами. Если скорости подъема кранов неодинаковы, то быстроходный кран должен работать с кратковременными остановками.

После того как груз поднят и проверено соединение кранов, они медленно отводятся от стенки с помощью своих якорей или буксиров, малым ходом переводятся к месту установки поднятого тяжеловеса и начинается подача швартовых. Краны устанавливают с учетом предстоящей погрузки, травят груз и устанавливают его на место в соответствии с полученным заданием.

Для подъема затонувших судов применяют спаренную работу двух, трех и даже четырех плавучих кранов.

Изложенные в самом общем виде отдельные случаи совместной работы кранов для погрузок в разных стадиях постройки судов позволяют сделать следующие практические выводы:

а) использование полной грузоподъемности спаренных кранов дает значительный выигрыш в грузоподъемности построечных мест. Это способствует сокращению общих сроков стапельного и достроечного периодов, что положительно влияет и на весь срок постройки; метод применения совместной работы кранов способствует увеличению технической мощности кранового оборудования сборочной площадки, стапелей, мест достройки и других производственных участков завода;

б) в некоторых случаях совместная работа кранов позволяет создавать крупные объемные секции и даже насыщать их в процессе предварительной сборки, а также легко маневрировать тяжелыми секциями во время их стыкования;

в) при ограниченном числе стапельных мест спаренная работа кранов применяется главным образом для ускорения стапельной сборки, поэтому суммарная грузоподъемность кранов определяется наибольшим весом приготовленных к подаче на стапель секций или деталей корпуса.

Существенный недостаток заключается в том, что в зависимости от условий работы и особенностей кранов не всегда можно использовать ту или иную комбинацию совместной работы нескольких кранов.

РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ПОСТРОЙКЕ СУДНА

ГЛАВА VIII

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЙКИ КОРПУСА СУДНА

Постройка корпуса судна осуществляется в три или четыре этапа:

а) предварительная сборка конструктивных элементов и узлов небольшого веса;

б) секционная сборка плоскостных и объемных секций из предварительно собранных элементов, узлов и отдельных деталей значительного веса;

в) сборка блоков из плоскостных и объемных секций большого веса;

г) сборка корпуса из блоков на стапеле (или стыкование блоков корпуса).

Если сборка корпуса производится не из блоков, а непосредственно из секций (плоскостных и объемных), то в этой схеме третий этап отсутствует.

Рассмотрим основные такелажные работы по каждому из этапов и их значение в процессе постройки корпуса судна по новой технологии.

§ 38. РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ СТАПЕЛЬНЫХ РАБОТ

Такелажные работы при постройке современного судна видоизменились и развились с изменением всего технологического процесса постройки судна и прежде всего роли стапельных мест.

Широкое развитие типизации судов в сочетании с унификацией судовых конструкций, изделий и деталей, а также специализации судостроительных заводов, их цехов и участков позволило осуществлять строительство судов серийным методом, дающим большие преимущества по сравнению с прежней индивидуальной постройкой. Кроме того, клепка была заменена автоматической и полуавтоматической электрической сваркой и газовой резкой. В результате применения сварки и широкой автоматизации

производственных процессов 70% общего объема корпусосборочных работ выполняется в цехах. В связи с этим стапельные работы свелись к доставке и установке на стапельное место крупных частей корпуса судна для последующей их сварки.

Такелажники непосредственно участвуют в производстве всех корпусных работ в корпусном цехе и на стапеле. В цехе изготовляют крупные части корпуса судна (секции и блоки), которые затем кантуют и доставляют на стапель. На стапельном месте производят сварку монтажных (соединительных) стыков уже готовых секций, испытывают отсеки судна и насыщают оборудованием. Все это позволяет доводить судно до 80—90% готовности и значительно сократить стапельный период постройки.

§ 39. СТАПЕЛЬНАЯ СБОРКА КОРПУСОВ СТАЛЬНЫХ СУДОВ

Новая технология постройки судна предусматривает разбивку его корпуса на узлы, секции и блоки. Наиболее крупным элементом корпуса является блок, который делится на секции: днищевые, бортовые, палубные и т. д. Секции состоят из отдельных узлов и конструктивных деталей.

До сборки частей корпуса на стапеле отдельные секции и блоки насыщают судовым оборудованием: фундаментами, креплениями, деталями судовых систем, отдельными механизмами и т. д. В результате вес секции судна достигает 75—100 *т*, а вес блоков — 250—350 *т*.

Вес и габариты секций и блоков находятся в прямой зависимости от мощности крановых средств завода.

Существуют два метода изготовления сварного корпуса судна на стапеле: блочный и секционный.

Если мощность цехового кранового оборудования и транспортных средств позволяет доставлять готовые сварные конструкции из цеха на стапель, всегда предпочтительнее изготовлять в цехе блоки корпуса судна полностью.

Блочный метод применим для малых и в некоторых случаях средних судов (рис. 130).

Если же корпус судна формируют на стапельном месте из секций, то можно применять два способа сборки: пирамидальный и островной.

В основе всякой секционной сборки корпуса в применении к средним и крупным судам (когда исключается возможность применения блочного метода) лежит пирамидальный способ секционной сборки корпуса на стапеле (рис. 131). Видоизменением его является островной способ (рис. 132).

При пирамидальном и островном способах корпус судна собирают на стапеле из отдельных секций (рис. 133).

Пирамидальный способ сборки и сварки корпуса судна применяют чаще всего при постройке средних и крупных цельносвар-

Рис. 130. Схема разбивки корпуса траулера на блоки.

Рис. 131. Схема пирамидального формирования корпуса.

Рис. 132. Схема островного формирования корпуса.

ных судов. Корпус судна по длине и высоте технологически разделяют на пирамиды (рис. 131). Последовательность сборки и сварки секций играет при этом решающую роль.

Островной способ применяется главным образом при постройке крупных судов. Он является как бы заменой блочного способа

Рис. 133. Сборка секций корпуса на стапеле при помощи: *а* — тележки; *б* — кильблоков; *в* — постель-кондукторов.

в применении к крупному судну. В этом случае установка, сварка секций и насыщение оборудованием на стапеле могут производиться одновременно в нескольких районах (островах) по длине судна. Таких самостоятельных островов бывает обычно два-три, причем монтаж механизмов, устройств и все насыщение оборудованием в каждом острове может быть доведено до максимальной готовности. В пределах каждого острова сборка и сварка секций производятся пирамидальным способом.

Выбор того или иного метода постройки зависит от конкретных производственных условий с учетом заводских технико-экономических показателей в отношении сроков, стоимости и качества постройки судна.

На рис. 134 и 135 представлены схемы тележек. Первая (рис. 134) служит для сборки блоков, а также используется как транспортная. В последнем случае блок-секции устанавливают на деревянные подушки и крепят к платформе найтовами с тал-

Рис. 134. Тележка грузоподъемностью 200 *т*.

1 — рама; *2* — ходовая часть; *3* — гидравлические домкраты; *4* — гидравлическая система питания домкратов.

репами. Вторая тележка, транспортная (рис. 135), используется только для подачи.

Организация постройки судов, тесно связанная с применением современных технологических методов, потребовала и новой организации труда рабочих на стапельных местах с изменением системы

Рис. 135. Транспортная тележка.

оплаты основных профессий, а также повышения общей и технической подготовки бригадиров и рабочих.

Организация труда рабочих на стапеле может вестись по двум направлениям: специализация бригад по отдельным технологическим операциям и создание комплексных бригад, включающих в свой состав рабочих разных специальностей.

1. Поточно-позиционный метод состоит в том, что при серийной постройке в основном малых судов сборка, монтаж судов и изго-

товление блоков производятся на позициях поточных линий. На каждой позиции специализированные бригады рабочих выполняют определенные работы, по окончании которых элемент судна передвигается на следующую позицию. Передвижки производят в сроки, соответствующие ритму постройки на данной линии. С последних позиций готовые блоки передвигают на стапельное место (или склад хранения блоков), а готовое (малое) судно спускают на воду или устанавливают на площадку предспускового хранения.

2. Поточно-бригадный метод характеризуется тем, что из-за размера судов передвижка с позиции на позицию не производится. В этом случае сами специализированные бригады рабочих переходят с одного судна на другое.

Совершенствование технологии сварки и других работ наряду с повышением общей и технической подготовки бригадиров сборочных бригад и рабочих других специальностей позволило организовать комплексные бригады. В их состав входят рабочие ведущей специальности, которые по мере надобности могут выполнять либо вспомогательные, либо смежные по специальности работы. Это позволяет повысить нормы выработки и производительность труда, сократить простои и улучшить организацию производства.

ГЛАВА IX

ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ В ПРЕДСТАПЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

§ 40. ИЗГОТОВЛЕНИЕ СЕКЦИЙ В ЦЕХЕ

Корпусные работы распределяются между цехами по характеру выполняемых в этих цехах работ.

В заготовительных цехах обрабатывают детали, в цехах предварительной сборки создают узлы, звенья, секции и блоки, в монтажных цехах собирают части судна из готовых узлов, секций, блоков и механизмов. Все цехи должны быть расположены так, чтобы обеспечить прямоточное движение корпусных деталей.

Изготовление деталей корпуса судна начинается с плазовых работ, в которых такелажники участия не принимают. Начиная же с подачи первого листа стали для разметки и обработки, такелажники в большей или меньшей степени участвуют в постройке судна вплоть до ее завершения.

До начала предварительной сборки узлов и секций корпуса детали должны быть заранее скомплектованы на промежуточном складе. Детали корпуса изготовляются в корпусообрабатывающем цехе с опережением по срокам. Это технологическое требование необходимо для беспрепятственного и комплектного обеспечения сборочных участков. Поэтому корпусообрабатывающий цех территориально должен быть расположен по схеме поточного движения деталей. Склад стали по отношению к корпусообрабатывающему цеху должен быть расположен так, чтобы материал из любого места склада по возможности более коротким путем попадал в цех.

Основным материалом для корпуса судна являются стальные листы и профильный прокат. Материал поступает на склад стали обычно на железнодорожных платформах. Разгрузка производится кранами (рис. 136). При этом применяют специальный такелаж и приспособления для надежного захвата материала, безопасного перемещения и транспортировки (рис. 137). Для передвижения к станкам применяют магнитные, пневматические или гидравлические захваты (присосы).

На складе листовой материал укладывают плашмя и вертикально, профильный материал хранится в стеллажах (рис. 138). Трубы, болванки, прутки и т. д. хранятся на специальных площадках.

Со склада стали материал поступает в пролеты корпусообрабатывающего цеха на тележках (по коротким участкам железнодорожного пути), электрокарах или по рольгангам. В последнее время применяют перемещающиеся по рельсам самоходные тележки с электромотором.

Рис. 136. Схема обслуживания склада стали кранами: *а* — железнодорожным; *б* — мостовым; *в* — эстакадным.

С помощью мостовых кранов материал и детали распределяют по пролетам цеха и укладывают на разгрузочные площадки у станков. После обработки детали передают на следующую операцию. Готовые детали на платформах или тележках отправляют на участок комплектации. Во избежание деформации деталей при транспортировке устанавливают временные рыбины из жесткого профиля или деревянных брусков.

Листы и профиль из легких сплавов хранят обычно в закрытых складах, а транспортируют в вагонетках, в автокарах, на платформах и т. д. При использовании кранов применяют стропы из растительных тросов, а также захваты и струбцины с прокладками из резины, алюминия или дерева. Ввиду того что листы и профиль

Рис. 137. Специальные приспособления, принятые для погрузки-разгрузки, кантовки и транспортировки стальных материалов: *а*, *б*, *в*, *г* — захватные приспособления для листового материала; *д* — ключи для кантования труб и швеллеров; *е* — скоба для перемещения листов; *ж* — роликовый лом.

из алюминиевых сплавов поступают на склад хранения упакованными, их сначала направляют на участок расконсервации.

Детали корпуса, изготовленные в корпусообрабатывающем цехе и скомплектованные на промежуточном складе, поступают на предварительную сборку элементов и узлов, затем на секционную и, наконец, на стапельную сборку.

Сборочно-сварочный цех (рис. 139) представляет собой большое закрытое помещение, состоящее из нескольких пролетов (чаще всего трех или четырех), обеспеченное всем необходимым для нормальной работы людей (светом, отоплением, вентиляцией и т. д.).

Рис. 138. Хранение материала на складах стали: *а* — листового; *б* — профильного.

В пролетах цеха устанавливают краны (обычно мостовые) для подачи деталей, их кантования и транспортировки.

Количество кранов в каждом пролете определяется производственными масштабами цеха и его пропускной способностью; их грузоподъемность выбирается из условий вероятного веса секций. Обычно на площадке отделения узловой сборки устанавливают краны грузоподъемностью 3—5 и 10 *т* для изготовления секций любых типов, габаритов и весов.

В пролетах секционной сборки устанавливают краны большой грузоподъемности. При этом должна быть предусмотрена возможность совместной работы двух и более кранов.

При изготовлении деталей для секций требуется разнообразное оборудование, как, например, правильно-гибочные вальцы, станки для обрезки и строжки кромок, сверлильные станки и т. д.

К оборудованию сборочно-сварочного цеха относятся постели и сборочные плиты, на которых собираются узлы и секции.

В зависимости от формы секций применяется различная технология их сборки и сварки. В частности, плоскостные секции (переборки, платформы, борта) собираются на плоских стендах. При этом автоматическая сварка полотнищ листов производится, как правило, на электромагнитных стендах (с флюсовыми подушками),

допускающих наличие увеличенных зазоров между свариваемыми кромками листов.

Секции криволинейной формы собирают и сваривают на специальных постелях. Постели, имеющие погибь, можно устанавли-

Рис. 139. Примерное расположение сборочно-сварочного цеха и его крановое оборудование.

1 — площадки для сборки узлов, секций или блок-секций; *2* — магнитные стенды; *3* — правильные вальцы; *4* — стеллажи для хранения готовых полотен; *5* — распределительный электрощит; *6* — посты подключения к магистралям; *7* — поперечные рельсовые пути; *8* — бытовые помещения и служебные; *9* — цех комплектации; *10* — площадка хранения готовых секций и оснастки; *11* — мостовые краны.

вать в любое удобное для рабочего положение (рис. 140). С этой же целью при изготовлении блоков для малых судов применяют кантователи (рис. 141).

Пролеты корпусосварочного цеха должны иметь многочисленные приспособления и оснастку. К ним относятся специальные или универсальные кондукторы, постели, различные типы кантовате-

Рис. 140. Общий вид постелей для изготовления секций корпуса в цехе: *а* — днищевая двухсторонняя; *б* — качающаяся бортовая; *в* — качающаяся для секции оконечности.

лей с приспособлениями для закрепления, прижима и соединения деталей секций или узлов (рис. 142).

При установке деталей и узлов применяют еще и простейшие поворотные стрелы грузоподъемностью 3—5 *т*, которые устанавливают в местах расположения постоянных сборочных стендов. Для подъема деталей и узлов применяют специальные такелажные струбцины и скобы (обычно с нарезным штырем) и часто стропы из стальных канатов.

Весь комплект такелажного имущества и приспособлений должен содержаться в исправном состоянии, проверяться в соот-

Рис. 141. Кантователь, применяемый при изготовлении секций.

ветствии с требованиями наблюдающих технических органов и испытываться по действующим правилам Котлонадзора.

На каждой детали отмечаются рекомендуемые (или обязательные) места закрепления грузозахватного приспособления. Одним из примеров предусмотренного в конструкции местного подкрепления является установка наварышей или валиков (рис. 143).

Для перемещения крупных секций и блоков применяются приварные обухи или рымы (рис. 144, *а*, *б*). Место их крепления, равно как и размеры креплений, должны быть заранее рассчитаны конструктором. Такелажник должен уметь подобрать грузозахватное приспособление так, чтобы была обеспечена необходимая прочность, т. е. безопасная рабочая нагрузка $P_{раб}$. Величину ее можно определить, воспользовавшись предложенным инж. Д. П. Уколовым графиком. При этом предлагается руководствоваться прочными размерами рыма, т. е. H и δ (рис. 145). Опустив перпендикуляр из точки пересечения данного луча δ с соответствующей горизонталью H, можно по горизонтальной оси диаграммы определить искомую величину $P_{раб}$ в центнерах.

Обычно рымы изготовляются из Ст. 3. Если надо проверить, не применена ли для изготовления рыма более прочная сталь,

Рис. 142. Основные приспособления и элементы оснастки, применяемые при сборке секций: *а* — П-образный винтовой прижим; *б* — П-образная скоба с клином; *в* — талреп с фиксирующей планкой для подтягивания; *г* — то же с помощью болта; *д* — малка; *е* — ломик для обжатия с проверкой по угольнику; *ж* — струбцина для обжатия угольника; *з* — поперечина и тяги с талрепами для подтягивания балки набора; *и* — «рыбий хвост» для выравнивания листов; *к* — ломик для той же цели; *л* — клиновый прижим для поджатия крайнего листа к лекалу; *м* — талреп для обжатия листов по лекалу; *н* — гребенка.

Рис. 143. Наварыш (*а*) и валик (*б*) для струбцины.

Рис. 144. Рымы, применяемые для подъема секций: *а* — из листового материала; *б* — из профильной стали.

Рис. 145. График для определения прочных размеров проушины рымов (обухов).

т. е. с пределом текучести $\sigma_т > 2400$ *кг/см*², рабочую нагрузку нужно умножить на $\frac{\sigma}{2400}$.

Кантование секций. Кантователи и кантовочные приспособления обеспечивают поворот секции вокруг горизонтальной оси на любой угол.

Кантование может быть произведено либо с помощью крана и специальных упоров, на которые опирается секция, либо позиционером. При этом углы наклона секций не превышают 45°.

Рис. 146. Кантовочное приспособление.

1 — стойка; *2* — цапфы; *3* — рымы.

Для кантования объемных днищевых секций весом до 30 *т* применяют несложное приспособление (рис. 146), состоящее из цапф, прикрепляемых к стрингерам и вертикальному килю болтами или сваркой. С этой целью на балках набора предусмотрен припуск, который удаляют после кантования. Ось цапфы проходит через центр тяжести секции или вблизи него.

Секцию поднимают кранами за цапфы, переносят и устанавливают на специальные стойки. Затем зацепляют краном за рымы и кантуют в воздухе, после чего снимают со стоек и снова подают на сварку. Стойки тут же убирают и площадку используют для других целей.

Однако чаще всего кантование секций производят без специальных приспособлений. Выбор метода кантования зависит от размеров секции и наличия необходимых подъемно-транспортных средств.

Существует два способа кантования секций кранами: опорный (секция в процессе кантования одной из своих кромок опирается

на сборочную площадку или специальную выкладку) и безопорный (кантование в воздухе).

Операция кантования может выполняться одним (рис. 147) или двумя кранами. Применение траверзы значительно улучшает

Рис. 147. Кантование одним краном.

Рис. 148. Кантование одним краном с траверзой.

условия кантования (рис. 148). При использовании двух кранов (рис. 149) можно применять стропы меньшей длины, что позволяет кантовать секции больших габаритов. Все способы кантования требуют высокой квалификации такелажников и обслуживающего персонала цеха. Перед кантованием особо ответственных конструкций эту операцию обычно отрабатывают на макете.

Рис. 149. Кантование двумя кранами.

Готовые секции транспортируют к стапелю на железнодорожном внутризаводском транспорте или специальных тележках (транспортерах) с помощью тягача. Последний способ транспортировки обязателен для секций весом более 60 *т*, так как такие грузы уже нельзя перевозить железнодорожным транспортом. В районе стапельных мест секции должны храниться только на специальных площадках, штабелями укладывать их запрещается.

§ 41. ПОДГОТОВКА СТАПЕЛЬНОГО МЕСТА

Каждое стапельное место до начала закладки судна должно быть своевременно подготовлено. Объем подготовительных работ определяется типом и размером строящегося судна, технологией его постройки, а также типом, техническим состоянием стапеля и его оснастки.

При подготовке стапеля руководствуются чертежом закладки «Постановка судна на стапеле».

Рис. 150. Виды стапельной оснастки: *а* — кильблок; *б* — клетки; *в* — упор; *г* — стапель-кондукторы.

Рис. 151. Стапельные леса: *а* — наружные; *б* — подвесные; *в* — внутренние.

Все подготовительные работы выполняют в основном бригады корпусных (или стапельных) цехов. Такелажники лишь помогают рабочим бригадам корпусных специальностей.

Как правило, стапель проверяют на горизонтальность и уклон килевой линии в зависимости от самого построечного места. Наносят линии диаметральной плоскости (ДП) и теоретические линии шпангоутов. Затем устанавливают опорные устройства стапеля (кильблоки, клетки), подготовляют необходимые деревянные подставы и упоры и т. д. Некоторые виды стапельной оснастки представлены на рис. 150.

Подготовка стапельного места включает устройство наружных, подвесных и внутренних лесов (рис. 151).

ГЛАВА X

ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ НА СТАПЕЛЕ ПРИ СБОРКЕ КОРПУСА СУДНА

§ 42. УСТАНОВКА ГОТОВЫХ СЕКЦИЙ КОРПУСА

Работа по сборке корпуса на стапеле требует непрерывности технологического процесса, начиная с момента подачи на стапель очередной конструкции вплоть до ее окончательной установки

Рис. 152. Крупногабаритная секция корпуса.

на место. Основные вопросы, связанные с этими работами, должны быть решены заблаговременно еще в цехе при изготовлении секций. Объем такелажных работ в этот период довольно значителен.

На рис. 152 показана крупногабаритная секция корпуса, изготовленная в достапельный период в цехе, а на рис. 153, *А* *Б* и *В* можно видеть трансбордер для транспортировки большой секции или блока на стапель, способ стыкования блок-секций

с помощью тележек и приспособления для выравнивания днищевых секций на стапеле.

Готовые секции корпуса представляют собой крупногабаритные конструкции значительного веса, поэтому от такелажников тре-

Рис. 153, *А*. Способы доставки, стыкования и подгонки блоков: *а* — несамоходный трансбордер грузоподъемностью 300 *т* для транспортировки больших секций и блоков.

буется особая подготовка к работе по их подъему, кантованию и перемещению.

Опытный такелажник должен умело использовать конструктивные особенности корпусной секции для удобства работы с нею.

Обухи или рымы, закрепленные в соответствующих местах конструкции, являются временными деталями. По окончании работ по подъему, установке и перемещению они должны удаляться

Рис. 153, *Б*. Способы доставки, стыкования и подгонки блоков: *б* — стыкование блок-секций с помощью тележек.

1 — талреп; *2* — обух.

Рис. 153, *В*. Способы доставки, стыкования и подгонки блоков: *в* — приспособления для выравнивания днищевых секций на стапеле.

1 — домкрат; *2* — деревянный упор с клином; *3* — сборный металлический кильблок с клиньями.

(срубаться). В некоторых случаях применяют жесткие рамы и балки со стропами, используемые в качестве специального подъемного приспособления.

Разработаны специальные технологические требования на изготовление, эксплуатацию и испытание рымов.

Готовые рымы следует испытать на двойную рабочую нагрузку в течение 10 мин.

Если после проведения испытаний наружный осмотр даст положительные результаты, такой рым считают пригодным к применению.

Приварку рымов к секциям разрешается производить дипломированному сварщику не ниже пятого разряда. Сварные швы должны быть приняты ОТК завода и на каждый шов поставлено клеймо сварщика и мастера ОТК.

При работе рымов допускается деформация изгиба только в одну сторону, причем изгиб от первоначального положения не должен превышать 45°. Правку изогнутых рымов производить не следует.

Повторный подъем при изогнутом рыме можно допустить только в том случае, если после пробного подъема груза (по весу равного первому) на высоту 200—500 *мм* не произошло дальнейшего изгиба рыма. Перед повторным подъемом изогнутые рымы должны быть тщательно осмотрены, а в случае обнаружения трещин, надрывов и других повреждений заменены новыми.

Разрешается использование рымов, бывших в эксплуатации и срубленных с прежних конструкций, но при условии отсутствия у них механических повреждений и изгиба.

§ 43. УСТАНОВКА ДНИЩЕВЫХ СЕКЦИЙ И ПЕРЕБОРОК

Постройка корпуса судна на стапеле начинается с установки днищевых секций. Этот порядок сохраняется при пирамидальном и островном методах сборки.

Для такелажников установка больших корпусных секций является одной из серьезных и ответственных операций, тем более что в этом случае требуется соблюдение строгой последовательности сборки по графику работ.

В зависимости от конструктивных особенностей на судах имеются два типа днищевых секций: с одинарным дном и двойным. Днища первого типа просты по конструкции и состоят только из наружной обшивки и набора; днища второго типа ввиду конструктивной сложности (наличие настила второго дна и большого количества стыкуемых элементов) значительно труднее устанавливаются и собираются на стапеле.

Днищевые секции подают на стапельное место обычным такелажным способом: заводят стропы и закрепляют их концы на рымах. Подъем и перемещение осуществляют обычно крано-

Рис. 154. Погрузка тяжелой днищевой секции на стапель.

выми средствами цеха, а в некоторых случаях специальными транспортерами.

Постройку судна начинают с установки на стапеле закладных секций, которыми обычно являются днищевые секции. Пригонка и стыкование блоков осуществляются с помощью тележек (рис. 153, *Б*). Днищевые секции устанавливают на кильблоки и клетки, заранее набранные в период подготовки стапеля к закладке судна. В случае надобности секции перемещают обычно с помощью нескольких гидравлических домкратов грузоподъемностью 30—50 *т* и талрепов (рис. 153, *В*).

На рис. 154 показана погрузка тяжелой днищевой секции корпуса с помощью двух кранов. Строп состоит из четырех ветвей, которые закреплены за рымы и расположены симметрично относительно центра тяжести днищевой секции.

Рис. 155. Подача на стапель поперечной переборки портальным стапельным краном.

После сборки и сварки днищевых секций приступают к установке главных поперечных и продольных переборок, изготовленных в цехе в виде отдельных плоскостных секций.

На рис. 155 показана схема подачи поперечной переборки на стапель. В данном случае обычно используют один портальный кран с вылетом стрелы, перекрывающим осевую линию стапеля. На переборках в обязательном порядке должны быть установлены рымы для крепления на них стропов.

Переборки чаще всего подают на стапель оконтурованными в заданный (чистый) размер и устанавливают их по разметке, выполненной на днищевых секциях. Верхняя часть переборок должна быть надежно раскреплена при помощи оттяжек с талрепами и упоров с клиньями.

§ 44. УСТАНОВКА БОРТОВЫХ СЕКЦИЙ

Установка на место бортовых секций аналогична установке днищевых секций. На стапеле бортовую секцию раскрепляют тягами и упорами, как это показано на рис. 156. Тяги, устанавливаемые по нижней кромке секции, используют для перемещения секции при проверке правильности ее окончательного положения на месте.

Рис. 156. Подача (*а*) и установка (*б*) на стапеле бортовых секций.

§ 45. УСТАНОВКА ЛЕГКИХ ПЕРЕБОРОК И ВЫГОРОДОК

При секционной постройке корпуса судна на стапеле устанавливается большое количество легких переборок и выгородок различной конструкции для создания в корпусе судна и надстройках служебных и жилых помещений. Для подачи таких переборок на судно используют более простой такелаж и приспособления. При установке на место их раскрепляют металлическими или деревянными распорками (рис. 157).

§ 46. УСТАНОВКА ФУНДАМЕНТОВ

Размеры фундаментов под главные и вспомогательные механизмы и порядок их установки зависят от типа механизма и принятой технологии выполнения корпусных и монтажных работ.

В общем случае фундаменты подают на судно обычными такелажными способами, применяемыми при работе с тяжелыми грузами. Работы по установке состоят из проверки положения фундамента, сборки под сварку и окончательной приварки по месту. Наиболее трудоемкой и ответственной операцией является проверка точности установки. Это особенно относится к фундаментам под главные механизмы, расположенные по линии гребного вала.

Обычно фундаменты полностью собирают и сваривают в цехах предварительной сборки. На стапеле производят их установку и приварку к корпусу (рис. 158).

При секционной постройке судов фундаменты главных механизмов, расположенных по линии гребного вала, устанавливают на стапеле после окончания всех основных работ по корпусу (сборочных и сварочных) в кормовой и средней части судна. При блочном методе постройки эти фундаменты устанавливают либо в цехе, либо на стапеле.

Фундаменты под вспомогательные механизмы и приборы устанавливают обычно в цехе предварительной сборки. На стапеле устанавливают фундаменты, примыкающие к двум или нескольким конструкциям (например, к палубе и переборке), фундаменты, затрудняющие выполнение сборочно-сварочных и монтажных работ, транспортировку и хранение секций, а также фундаменты, опорные поверхности которых должны быть строго горизонтальными или положение которых зависит от конструкций, устанавливаемых на стапеле.

В последние годы на некоторых заводах находит применение агрегатный метод монтажа вспомогательных механизмов. На стапель подают фундаменты с собранными на них механизмами или же без них, но с простроганными поверхностями и просверленными отверстиями под болты для крепления механизмов. Этот метод позволяет производить монтаж механизмов в цехе, что значительно сокращает время монтажных работ на судне в стапельный период.

Рис. 157. Раскрепление легкой переборки временными средствами.

Рис. 158. Установка фундаментов.

Часто фундаменты составляют из двух частей — основной и переходной, каждую из которых изготовляют отдельно. Основную часть фундамента устанавливают и приваривают к корпусу судна в составе секции. Переходную часть монтируют с самим механизмом, а потом подают на стапель, где ее приваривают к основной части (рис. 159).

§ 47. УСТАНОВКА ПАЛУБНЫХ СЕКЦИЙ

Палубные секции подают на судно в тех случаях, когда механизмы и конструкции нельзя грузить через вырезы, имеющиеся на палубе (рис. 160). Технология сборки палубных секций требует вспомогательных работ, связанных с проверкой правильности установки секций и подготовкой их к сварке.

§ 48. УСТАНОВКА СЕКЦИЙ ОКОНЕЧНОСТЕЙ

Установка носовой оконечности. В зависимости от размеров судна, его конструктивных особенностей, а также производственных возможностей цехов предварительной сборки и кранового оборудования носовая оконечность может состоять из одной или нескольких секций, последовательно устанавливаемых на стапеле (рис. 161).

Конструктивные особенности набора влияют на выбор способа подъема, установки и сварки носовой оконечности на стапеле. Технологическим процессом постройки особо учитываются методы остропки оконечностей судна, особенностей их подачи на стапель для стыкования и необходимые при этом такелажные приемы.

Установка кормовой оконечности. Кормовая оконечность судна, как и носовая, может состоять из одной или нескольких секций. На стапеле секции устанавливают на заранее подготовленные кильблоки, клетки или металлические стулья и раскрепляют по бортам упорами. Со смежными конструкциями секции кормовой оконечности скрепляют оттяжками или талрепами.

Кормовая оконечность, особенно имеющая в своем составе ахтерштевень, в связи с тем, что выходы гребного вала и подвески баллера руля расположены в корме, требует при установке более тщательной проверки. Такелажные работы мало чем отличаются от описанных выше при установке носовой оконечности, являясь только несколько более сложными.

На рис. 162 представлена изготовленная кормовая оконечность перед погрузкой на стапель, а на рис. 163 — сборка кормовой секции в момент установки в нее ахтерштевня и дейдвудной трубы.

§ 49. УСТАНОВКА КРОНШТЕЙНОВ ГРЕБНЫХ ВАЛОВ И МОРТИР

На судах с несколькими винтами в местах выхода гребных валов предусматривается устройство мортир. Выходящий наружный конец гребных валов поддерживается кронштейном. Мортиры

Рис. 159. Формирование фундамента из двух частей.

1 — основная часть; *2* — переходная часть.

Рис. 160. Установка палубной секции.

Рис. 161. Установка носовой оконечности корпуса.

Рис. 162. Вид изготовленной в цехе кормовой оконечности.

Рис. 163. Сборка кормовой оконечности с ахтерштевнем.

1 — опорная стойка; *2* — штыри; *3* — фальшвал; *4* — опоры; *5* — ось валопровода; *6* — клинья.

Рис. 164. Приспособление для установки кронштейнов и мортир на судне.

1 — кормовая рама; *2* — центрующие шайбы; *3* — фальшвал; *4* — носовая рама; *5* — мишени.

и кронштейны гребных валов представляют собой стальные отливки и устанавливаются с помощью специальных приспособлений. Для правильной установки наносят осевую линию вала, являющуюся основной базовой линией при выполнении проверочных работ. И только после этого производится приварка и расточка (рис. 164).

§ 50. ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВКИ БЛОКОВ КОРПУСА, НАДСТРОЕК И ОТДЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА КОРПУСЕ

Установка блока корпуса. Для лучшего стыкования блоков подача их на стапель должна вестись в строгой последовательности.

Стыкование обычно производят с помощью специальных стапельных тележек с винтовыми или гидравлическими устройствами для выравнивания стыкуемых блоков. Эти устройства обеспечивают плавное перемещение блоков во всех направлениях.

После проверки, причерчивания и удаления припусков блоки поступают на окончательную сварку. Сварку монтажного стыка ведут одновременно по всему сечению.

Установка блоков надстроек. Надстройки могут состоять либо из отдельных секций, либо из блоков, собираемых и свариваемых в цехе.

Метод блочного изготовления надстроек наиболее эффективен, так как изготовление блоков идет параллельно с постройкой основного корпуса, что значительно сокращает время постройки судна.

Рис. 165. Трубчатая рама, применяемая для транспортировки и установки надстройки.

1 — трубчатая рама; *2* — блок надстройки.

Надстройки обычно изготовляют из тонколистовых конструкций, что обязывает при подъеме и транспортировке учитывать возможность их деформации, в особенности при действии стягивающих усилий от стропов. Для предотвращения деформаций надстройки необходимо надежно раскреплять, а места установки подъемных рымов подкреплять постановкой дополнительных жесткостей. При транспортировке на стапель следует применять специальные рамы из труб, к углам которых крепятся концы стропов с тем, чтобы стягивающие усилия стропов воспринимались трубчатой рамой (рис. 165).

Перед подъемом блока нужно тщательно проверить прочность и качество приварки рымов. При этом большое значение имеет их

расположение по отношению к ветвям стропа (каждый рым и ветвь стропа должны находиться в одной плоскости).

Порядок установки блоков надстроек зависит от того, входит ли палуба судна в состав блока или в основной корпус судна. В первом случае на палубе устанавливают металлические подставы или деревянные клетки, верхние опорные поверхности которых должны соответствовать погиби палубы блока. На эти подставы устанавливают блок с последующей проверкой его положения.

В том случае, когда палуба включена в основной корпус, после его сварки на палубе размечают места установки блока надстройки (наносят линии притыкания переборок, выгородок и наружных стенок блока), а затем по линиям разметки приваривают ограничительные планки, обеспечивающие правильную установку блока.

Установка клюзов. Палубные и бортовые клюзы (трубы специального назначения), как правило, устанавливают в цехах предварительной сборки при изготовлении секций носовой оконечности. На стапелях клюзы устанавливают лишь в исключительных случаях.

Установка мачт. При постройке современных судов мачты иногда устанавливают на стапеле. Для этого на палубе судна должны быть размечены место притыкания шпор мачты и риски продольной и поперечной ее плоскостей. Линии этих плоскостей проводят и на самой мачте.

Установка дымовой трубы. Дымовые трубы устанавливают после сборки и сварки дымоходов и котельных кожухов.

§ 51. ПРИСПУСК БЛОКА ОКОНЕЧНОСТИ КОРПУСА СУДНА

Для максимального использования существующих типов стапелей и сокращения стапельного периода постройки современная технология судостроения позволяет изыскивать новые методы стапельной сборки корпусов судов.

Одним из новых методов является приспуск блока оконечности корпуса (при постройке судна на продольном стапеле).

Он особенно эффективен при постройке судов, у которых главные двигатели расположены в кормовой оконечности судна, а спуск судна со стапеля производится кормой вперед. Кормовая оконечность, изготовленная в виде большого блока, построенного в головной (верхней) части продольного наклонного стапеля, приспускается в район нижней части стапеля, освободившийся от спущенного на воду судна. На месте приспущенного блока закладывается кормовой блок следующего судна (рис. 166, *а*, *б*).

Этот способ пригоден и для носового блока, но предпочтение должно быть отдано кормовому, имеющему большее насыщение на стапеле.

Во всех случаях приспуска блоков оконечности должно предусматриваться их принудительное стягивание лебедками или

Рис. 166. Приспуск кормового острова судна: *а* — постройка судна на стапеле и формирование кормового блока; *б* — приспуск кормового блока и закладка нового судна.

стапельными кранами через канифас-блоки с включением в схему приспуска специальных задерживающих устройств (рис. 166, *б*). Объем такелажных работ при этом значителен.

§ 52. ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ ПРИ УСТАНОВКЕ ДЕЙДВУДНЫХ ТРУБ, ГРЕБНЫХ ВАЛОВ, ВИНТОВ И РУЛЕЙ

Установка дейдвудной трубы. При расточке дейдвудной трубы работа такелажников ограничивается только доставкой и установкой расточных станков, которые располагаются на специальных настилах в районе выхода гребных валов. На настилах производят все последующие работы, в том числе установку валов в кормовой части судна. Установка дейдвудных труб является ответственной такелажной работой и в зависимости от конструктивных особенностей кормы судна может выполняться по-разному. На больших судах, где дейдвудные трубы и гребные валы значительного веса, необходимы специальные прочные настилы и приспособления. Кроме того, на одновинтовом судне установку дейдвудной трубы и гребного вала производят изнутри судна, а на двухвинтовом — снаружи.

Рассмотрим первый способ. Дейдвудная труба после обработки в цехе доставляется на стапель, где с помощью кранов ее укладывают на катки (деревянные или металлические), расположенные на специальных настилах внутри судна. Под каждый конец трубы заводят тали, подвешенные так, чтобы кормовые работали на подъем, а носовые — на подачу в корму. Третьи тали заводят снаружи из-под кормы в дейдвудное отверстие и крепят за кормовой конец трубы. Затем дейдвудную трубу постепенно затягивают на место — сначала до касания с яблоком ахтерштевня (утолщение в месте выхода гребного вала), после чего ее поворачивают в нужное положение и с помощью тех же талей затягивают до возможного предела.

Тали снимают, и окончательная посадка дейдвудной трубы осуществляется затяжкой с помощью затяжного болта или домкрата.

При наличии двухвинтового судна работа по затягиванию дейдвудных труб правого и левого бортов обычно ведется одновременно на обоих бортах.

По второму способу применяется затягивание дейдвудных труб по обоим бортам и снаружи (из-под кормы). Преимущество этого способа в удобстве и быстроте выполнения работы, а недостаток в том, что этот метод требует наличия дополнительных приспособлений.

Установка труб первым способом выполняется в следующей последовательности. Под кормой судна в районе выхода гребных валов на прочном наборе клеток настилают ровные деревянные мостки, на которые по длине дейдвудной трубы устанавливают

тележки. По высоте настил и тележки располагают так, чтобы дейдвудная труба, уложенная на тележки, находилась на уровне, заданном линией гребного вала. Затем трубу с помощью крана укладывают на тележки и от ручной лебедки, устанавливаемой внутри судна, проводят к ней стальной трос. Трос проходит насквозь через отверстие, в которое предполагается установить трубу, и закрепляется на трубе для последующей ее затяжки. Внутри судна на пути движения дейдвудной трубы рекомендуется располагать такие же тележки для предупреждения изгибов и провисания трубы при значительной ее длине.

При установке дейдвудной трубы по второму способу, так же как и в первом случае, перед началом работ в нужных местах производят очистку посадочных поверхностей и их смазку. Сверху на тележках имеются ролики,

Рис. 167. Приспособления для установки и запрессовки дейдвудных труб и втулок кронштейнов: *а* — талями; *б* — гидравлическими домкратами.

на которые и укладывается дейдвудная труба. Таким образом, в моменты, когда тележки не могут двигаться, дейдвудная труба легко перемещается на роликах. Приспособления для установки и запрессовки дейдвудных труб и втулок кронштейнов представлены на рис. 167.

Установка гребных валов. По характеру работ их установка мало отличается от работ по установке дейдвудных труб. Разница лишь в том, что валы по длине и весу превосходят трубы, и поэтому их установка представляет бо́льшие трудности (рис. 168).

Гребные и дейдвудные валы обычно затягивают на место как изнутри судна, так и снаружи (из-под кормы). При выборе способа установки решающее значение имеет конструкция соединения валов. Если валы имеют фланцевое соединение, их устанавливают только изнутри судна, а если они соединяются посредством муфт, их установка производится обычно снаружи (рис. 169).

Чтобы не повредить обработанные поверхности вала, заводить его надо равномерно и плавно. Установочные зазоры гребных и

Рис. 168. Схема заводки гребных валов при помощи: *а*—переносных эстакад с рельсовыми путями; *б* — настилов с рельсовыми путями; *в* — комплекта специальных стоек; *г* — подвески на монорельсе.

1 — переносная эстакада; *2* — рельсовые пути; *3*—тележка; *4*—гребной вал; *5*—трос на лебедку; *6* —настил; *7*—штырь; *8*—блок; *9*— стойки; *10* — деревянные ролики; *11* — тали; *12* — монорельс; *13*—подвески; *14*—талреп; *15*—тележки с подвесками и бугелями; *16* — бугеля для поддержания вала, передвигающиеся по монорельсу; *17* — дополнительный монорельс.

дейдвудных валов порядка 1 *мм*, что требует работы по установке с большой тщательностью.

Валы затягивают до места, а установка их осуществляется строго по чертежу, причем окончательное положение вала обычно отмечается точками крена, что очень важно для дальнейших работ по монтажу валопровода, а также во время эксплуатации судна, когда вал может сместиться от своего основного положения.

Ранее монтаж всего валопровода производился обычно при достройке судна на плаву. Теперь весь валопровод укладывается

Рис. 169. Общий вид гребного вала двухвинтового судна.

1 — гребной винт; *2* — гайка гребного винта; *3* — обтекатель; *4* — кронштейн; *5* — втулка кронштейна; *6* — гребной вал; *7* — гайка дейдвудной трубы; *8* — мортира; *9* — дейдвудная труба; *10* — наварыш; *11* — сальник; *12* — нажимная втулка сальника; *13* — штихмас.

на стапеле, и поэтому гребные и дейдвудные валы должны быть закреплены временными, но надежными средствами, обеспечивающими полную неподвижность вала при спуске судна на воду и его достройке.

Установка гребных винтов на стапеле. Винты бывают цельнолитые и со съемными лопастями. Вес гребных винтов может изменяться в больших пределах, достигая 10 *т* и более.

Для подъема винтов и установки их на валы подвешивают механические тали, для чего часто на корпусе судна устанавливают специальные стропы, выводя их на палубу для лучшего закрепления. Только опыт такелажников может подсказать наилучший способ подвешивания талей, обеспечивающий быстрейшую установку гребных винтов (рис. 170).

После предварительной проверки и подгонки винтов приступают к их окончательной установке, для чего с помощью подвешенных талей винты поднимают и насаживают на концы валов.

В тех случаях, когда судно почему-либо спускается на воду без винтов, винты устанавливают в доке тем же методом.

Рис. 170. Способы установки гребного винта в кормовой части судна: *а*, *б* — с помощью талей; *в* — с помощью тележки с плавающей рамой и откидными стойками.

В очень редких случаях судно спускают со стапеля без гребных валов. Тогда отверстия в мортирах глушат прочными деревянными пробками, а затягивание валов производят в доке или на плаву.

Установка руля. В зависимости от конструкции и веса рулей их установка в каждом отдельном случае требует особых приемов работы. Обыкновенные рули встречаются на одновинтовых судах, а полубалансирные и балансирные — на двухвинтовых.

При установке обыкновенного руля (рис. 171) с помощью талей подводят руль к ахтерштевню, на рудерпосте (место установки руля) которого находятся петли. В эти петли вставляют штыри рудерписа (кромка пера руля). Иногда вместо заранее установленных штырей на рудерписе тоже имеются петли. Когда петли рудерписа придутся против петель рудерпоста, в них вставляют заготовленные штыри.

Рис. 171. Установка руля на ахтерштевне.

Установка полубалансирных и балансирных рулей, состоящих из пера и баллера, представляет собой более сложную операцию и осуществляется двумя способами, отличающимися между собой только последовательностью работ. В одном случае сначала устанавливают баллер руля и к нему подводят перо, а в другом — сначала устанавливают перо руля, а затем сверху на него опускают баллер.

При установке руля тали подвешивают на стропах, специально раскрепленных в диаметральной плоскости под кормой судна. Для более надежного крепления стальные тросы проходят на палубу судна через транец, а для предупреждения смещения их подкрепляют боковыми оттяжками. Часто для подвешивания талей приходится пользоваться специальными приваренными к корпусу судна обухами и другими устройствами.

Для заводки талей на рулях должны быть предусмотрены специальные отверстия, которые располагают так, чтобы был обеспечен наилучший подъем самого руля и удобная подача его на место. Установленный на место руль до спуска судна на воду должен быть раскреплен в нулевом положении при помощи троса или брусьев.

ГЛАВА XI

СПУСК СУДОВ НА ВОДУ

§ 53. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ СПУСКА СУДОВ

Выбор способа спуска судна определяется типом стапельного места, конструкцией корпуса судна и его спусковым весом (зависящим от степени готовности судна). Существует несколько способов спуска судов на воду. Основные из них следующие: спуск под влиянием силы веса, механизированный спуск и всплытие.

Рис. 172. Сила веса судна и ее составляющие.

Спуск под влиянием силы веса судна производят с продольных и поперечных наклонных стапелей. Наиболее распространен спуск судна с продольного наклонного стапеля.

Уклон стапеля обозначается $\operatorname{tg} \alpha = \frac{H}{L}$ или $H = L \operatorname{tg} \alpha$,

где H — высота стапеля;
L — длина стапеля;
α — угол уклона стапеля.

Составляющие силы веса спускаемого судна вместе со спусковым устройством показаны на рис. 172.

Движущая сила P_Q судна находится по формуле

$$P_Q = P \sin \alpha,$$

а сила нормального давления P_N равна

$$P_N = P \cos \alpha,$$

где P — спусковой вес судна.

Для обеспечения спуска необходимо условие

$$\operatorname{tg} \alpha > f,$$

где f — коэффициент трения для спускового устройства, определяемый опытным путем.

Спуск судна с продольного стапеля обычно подразделяют на четыре периода: а) от начала спуска до момента входа в воду кормового конца полозьев; б) от начала входа в воду кормовых концов полозьев до начала всплытия кормы; в) от начала всплытия кормы до момента полного отделения судна от стапеля; г) с момента отделения судна от стапеля до его остановки (свободное движение судна по акватории под действием силы инерции). Уклон стапеля должен обеспечивать такую скорость скольжения судна по спусковым дорожкам, чтобы сила, приобретенная им при движении, была полностью израсходована на преодоление сопротивления воды на достаточном расстоянии от противоположного берега акватории.

Конструкция спусковых устройств при продольном спуске. Спусковые дорожки обычного типа представляют собой поперечные деревянные брусья, заделываемые в бетонную плиту стапеля. На них крепят дубовую подшивку толщиной 50—100 *мм* и спусковые рыбины сечением 200 × 200 или 300 × 300 *мм*, которые поддерживаются деревянными упорами. На деревянных стапелях дубовую подшивку и рыбины упорами крепят на деревянных клетках. Конструкция спусковых дорожек показана на рис. 173, *а*, причем, как видно из рис. 173, *б*, *в*, крепление рыбин может быть выполнено и другими способами, например при помощи металлических упоров из книц и угольников или деревянных продольных поперечин, расставленных одна от другой на расстоянии 0,5—1,0 *м*.

Рыбины, ограничивающие возможность бокового смещения салазок при движении судна при спуске, устанавливают с таким зазором по ширине салазок, чтобы в момент всплытия судна исключались поломки салазок и рыбин. Этот зазор постепенно увеличивается к урезу воды из расчета 200 *мм* на длину 150—180 *м*.

Спусковые салазки состоят из спусковых полозьев по числу спусковых дорожек. Полозья, если они изготовлены не из одного бруса, набирают из сосновых брусьев, скрепленных стяжными болтами и подшитых дубовыми досками (рис. 174). Полозья состоят из звеньев и собираются по длине сплошными или с промежуточными разрывами, соединяемыми специальными планками (рис. 175, *а*). Соединения бывают неповоротные и поворотные, в последнем случае применяют шарниры (рис. 175, *б*).

Рис. 173. Конструкция спусковых дорожек: *а* — поперечное сечение; *б* — крепление спусковой рыбины металлической кницей; *в* — крепление спусковой рыбины деревянными брусками.

Рис. 174. Поперечное сечение наборного спускового полоза.

Рис. 175. Спусковые салазки: *а* — неповоротное соединение секций полоза; *б* — поворотное соединение секций полоза; *в*—распорные брусья салазок.

1 — полоз; *2* — распорный брус; *3* — башмак.

г—струны салазок.

1 — полоз; *2*—струна; *3* — талреп.

Для предохранения полозьев левого и правого бортов от сближения устанавливают распорные брусья (рис. 175, *в*), а рядом с ними струны (стяжки), назначение которых препятствовать расхождению полозьев (рис. 175, *г*). Распорные брусья изготовляют из сосновых бревен, а струны из круглой или полосовой стали. Концы распорных брусьев вставляют в особые металлические гнезда с промежутками 3—5 *м* на полозьях, струны устанавливают на каждом звене полоза в зависимости от длины звена, но не менее двух (по одной на каждом конце), причем на каждой струне посередине ставят талреп (талрепами регулируют натяг струн).

Рис. 176. Подбрюшник.

1 — стяжная струна; *2* — клинья; *3* — стойки; *4* — подбрюшник.

Ширину спусковых полозьев определяют по спусковому весу судна (который колеблется в пределах 20—100% от водоизмещения в зависимости от степени готовности судна на стапеле), длине салазок, количеству спусковых дорожек и принятому удельному давлению (обычно около 3 *кг/см*²). Общую длину полозьев принимают равной длине спускового устройства, составляющей 0,5—0,8 длины судна.

Подбрюшники. Деревянная конструкция, устанавливаемая между полозьями и корпусом судна в средней его части, называется подбрюшником (рис. 176). На подбрюшник опускают судно перед спуском.

Между полозьями и подбрюшником в специальные вырезы укладывают клинья, с помощью которых подбрюшник прижимают к корпусу судна, уменьшая тем самым нагрузку на кильблоки, подставы, клетки и упоры (что помогает удалять опоры и передавать вес всего корпуса на салазки, а через них — на спусковые дорожки).

Носовые и кормовые копылья. Передачу веса корпуса судна на полозья в оконечностях осуществляют при помощи копыльев (рис. 177). Нижним концом копылья устанавливают на подбрюшник, а верхним упирают в башмак. Башмаки левого и правого бортов соединяют стальными полотенцами. Число полотенец

равно числу кустов копыльев в носовой оконечности. Между наружной обшивкой и полотенцами укладывают деревянные бруски для равномерного обжатия полотенцами наружной обшивки. Верхние части полотенец крепят стальными тросами к обушкам, приваренным к корпусу выше ватерлинии.

Оглобли. Отдельные секции копыльев обоих бортов связывают продольными наборными конструкциями из деревянных брусьев или швеллеров в промежутках между секциями копыльев. Трос перебрасывают

Рис. 177. Копылья: *а* — носовые.

1 — полоз; *2* — подбрюшник с клиньями; *3* — копыл; *4* — башмак-наголовник; *5* — грунтов; *6* — оглобля.

б — кормовые.

1 — прокладки; *2* — наголовник-башмак; *3* — оглобли; *4* — грунтовы; *5* — копылья; *6* — клинья; *7* — полоз.

с бруска одного борта на брусок другого борта и натягивают талрепами. Эти продольные бруски располагаются под килем судна и называются оглоблями, их крепят болтами к копыльям, иногда между ними ставят деревянные распорные бруски или обрезки швеллеров. Тросы, стягивающие оглобли, называют грунтовами.

При больших величинах баксового давления (максимального давления на стапель при всплытии судна), что особенно опасно у длинных и больших судов при всплытии кормы, применяют копылья особой конструкции, позволяющие распределить баксовое давление на большую площадь (рис. 178). К числу таких конструкций относятся деревянные поворотные, шарнирные металлические копылья и сминающиеся прокладки.

Слизни. Для сохранения насалки на спусковых дорожках применяют слизни (металлические прокладки). Под каждую секцию полоза устанавливают по три-четыре слизня шириной 100—

120 *мм*. Толщина слизней обычно немного больше толщины слоя насалки. Длина слизней должна быть больше ширины спусковой дорожки для возможности вытаскивания их краном или талями. С этой целью на выступающем конце слизней делают отверстия или завинчивают обушки. До начала спуска на слизни передается нагрузка от полозьев.

Рис. 178. Поворотный копыл: *а* — деревянный.
1 — баксовое давление; *2* — смазка; *3* — секция полоза.
б — металлический шарнирный.

Найтовы. Для соединения спусковых полозьев с корпусом судна применяют стальные полосы или тросы — найтовы (рис. 179).

К корпусу найтовы крепят крючками (захватами), а к полозу — шпильками с гайками и натягивают талрепами.

Задерживающие устройства. Для удержания судна со спусковым устройством на стапеле применяют спусковые упорные стрелы, механические и гидравлические курки и носовые задержники (рис. 180). Эти устройства применяют каждое в отдельности и в комбинации.

Тормозные приспособления. Для уменьшения скорости движения спускаемого судна применяются тормозные приспособления (что особенно необходимо на заводах, имеющих ограниченную ширину акватории).

Рис. 179. Найтовы: *а* — боковой вид.

1 — полозья; *2* — подбрюшник; *3* — копылья; *4* — оглобли; *5* — найтовы.

б — поперечное сечение.

1 — найтовы; *2* — крепления к корпусу; *3* — крепления к полозу.

В зависимости от местных условий используются следующие приспособления.

1. Щиты на кронштейнах гребных винтов или укрепляемые на ахтерштевне.

2. Тросовые или канатные тормозные приспособления (или бензельный тормоз). Петли, перевязанные бензелями, раскладываются на берегу и частично по бортам спускаемого судна через промежутки по длине троса. Бензели при разрыве являются тормозами, гасящими скорость судна.

3. Грузовые тормоза. Основаны на постепенном перемещении по грунту стапельной площадки тяжелых грузов (драг).

4. Цепные драги. Подобны грузовому тормозу, но в качестве груза в них применяют тяжелые цепи, укладываемые по бортам в группы (до десяти и более) подкововидных драг.

5. Поворотные тросы (растительные), которые закрепляют одним концом на берегу, а другим — на корме судна. При сходе со стапеля судно выходит на этот трос и его корму заносит в сторону борта с закрепленным на берегу поворотным тросом.

Рис. 180. Задерживающие устройства: *а* — спусковые упорные стрелы.

1 — рыбина; *2* — спусковой полоз; *3* — упорная стрела; *4* — яйцо; *5* — упор на полозе.

б — гидравлические курки.

1 — полоз; *2* — гидравлический домкрат; *3* — курок; *4* — фундамент.

в — носовые задержники (металлический и пеньковый).

6. Спусковые якоря — для окончательной остановки судна при сходе его с порога стапеля (обычно применяют якоря адмиралтейского типа).

Основные из перечисленных тормозных приспособлений показаны на рис. 181.

Конструкция спусковых устройств при боковом спуске. Боковой спуск с поперечного наклонного стапеля совершается под влиянием той же составляющей силы спускового веса, что и продольный, но при сохранении горизонтальности килевой линии. При спуске судна боком отсутствуют баксовое давление и связанные с ним опасности. Уклон поперечных стапелей больше, чем уклон продольных, а подводные части спусковых дорожек значительно короче. При нормальном боковом спуске длина подводных спусковых дорожек обеспечивает спокойное всплытие судна. При спуске прыжком спусковые дорожки доводят лишь до уреза воды,

Рис. 181. Тормозные приспособления: *а* — щиты; *б* — тросовые задержники; *в* — грузовые тормоза; *г* — цепные драги; *д* — спусковые якори.

1 — катбалка; *2* — пеньковый канат; *3* — якорная цепь; *4* — клюз; *5* — якорь; *6* — рым; *7* — обойма; *8* — бревна-крепления; *9* — бензели.

а судно падает в воду с креном 50—60°, поворачиваясь относительно порога. При спуске броском спусковые дорожки доводят до порога, лежащего на 1,5—2,5 *м* выше уровня воды, судно вместе с салазками описывает траекторию и падает бортом в воду при крене до 90°.

Судно располагают так, чтобы полозья находились под поперечными переборками или рамными связями. На поперечных стапелях спусковые дорожки не имеют рыбин, а каждый полоз состоит из одного звена. Подбрюшников не применяют, а всю конструкцию над полозом выполняют в виде копыльев, связанных между собой жесткими связями. Для перевода судна с горизонтальной части стапеля на наклонную под судном устанавливают полозья, которые движутся по насаленным дорожкам при помощи лебедок. Существует два способа перевода судна с горизонтальной площадки на наклонную:

1. К каждой спусковой дорожке подводят параллельно ей дорожки для передвижения (рис. 182). Когда корпус подтянут до линии *А — А*, собирают временные спусковые клетки с уклоном, совпадающим с уклоном спусковых дорожек. После этого на наклонных дорожках набирают спусковые салазки, на которых и спускают судно.

2. Судно с путей передвижения заводят прямо на клиновые полозья с горизонтальной поверхностью, расположенные и закрепленные на наклонной спусковой площадке. По освобождении от задерживающих устройств судно сходит со стапеля на клиновых полозьях. В качестве задерживающих устройств при поперечном спуске применяют спусковые упорные стрелы и спусковые курки. При этом необходимо лишь обеспечить одновременность отдачи всех устройств на всех дорожках.

Механизированные спуски. Самым распространенным видом механизированного спуска является спуск судов со слипа на тележках. При готовности судна к спуску под корпус подводят тележки, подбивают спусковые кильблоки, а затем разбирают строительные кильблоки и клетки. После этого тележки раскрепляют. Между рамами тележек устанавливают распорные трубы с вкладышами, прикрепленными к вертикальным стенкам рам. Кроме того, по диагонали ставят тросы, натягиваемые талрепами. Спусковое устройство при механизированном спуске представлено на рис. 183. Спусковое устройство слипа состоит из спусковых дорожек с рельсовыми путями, по которым перемещаются тележки. Установленное на тележки судно при помощи электролебедок, тросов и канифас-блоков передвигают на спусковые дорожки, а затем к наклонной части слипа (рис. 184). Предварительно производят перестропку тросов. Часть тросов продолжает передвигать судно по наклонной плоскости, а остальные тормозят его движение. При спуске с одноярусного слипа катки спусковых тележек приходится разворачивать. После всплытия судна отдают тросы

Рис. 182. Способы передвижения судна по дорожкам к боковому спуску: *а* — при несимметричном спусковом устройстве; *б* — при клиновых полозьях.

1 — временные спусковые клетки; *2* — наклонные спусковые дорожки; *3* — горизонтальные дорожки; *4* — спусковые салазки; *5* — клиновые полозья.

Рис. 183. Спусковое устройство при механизированном спуске.

Рис. 184. Схема проводки тросов при передвижении судна на слипе. *I* — перевод судна со стапельного места на горизонтальную часть слипа; *II* — передвижение судна по горизонтальной части слипа; *III* — спуск судна по наклонной части слипа.

1 — лебедочное отделение; *2* — канифас-блоки; *3* — мертвые якоря.

Рис. 185. Док-камера для спуска судов.

1 — рельсовые пути; *2*, *3* — ворота.

крепления полотенец и найтовы с талрепами, которыми корпус закрепляется к блокам спускового устройства. Судно отбуксировывают к достроечному месту, а тележки вытаскивают на берег.

Спуск судов всплытием осуществляется при постройке судов в доке, судояме или на горизонтальном стапеле. Спуск судов всплытием с помощью док-камеры показан на рис. 185, с помощью L-образного плавучего дока — на рис. 186.

Спуск на воду краном. При постройке мелких судов их часто спускают на воду с помощью береговых или плавучих кранов соответствующей грузоподъемности. Спусковой вес таких судов обычно не превышает 200—300 *т* (рис. 187).

§ 54. ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ ПО ПОДГОТОВКЕ К СПУСКУ И ПРИ СПУСКЕ СУДОВ НА ВОДУ

Работы такелажного цеха по подготовке судов к спуску и в период спуска состоят в следующем. Спусковые полозья вместе с подбрюшниками с помощью грузоподъемных кранов отдельными звеньями подтаскивают к корпусу судна и подают на спусковую дорожку. Если нельзя по каким-либо причинам использовать крановые средства, подачу осуществляют вручную талями или ручной лебедкой с применением стального троса и канифас-блоков. Полозья, доставленные на спусковую дорожку, подготавливают к насалке. Одновременно с растаскиванием полозьев производят подготовку деталей всего спускового устройства.

По окончании этих работ приступают к надвижке полозьев на дорожки, а затем сборке спускового устройства в целом. Надвижку полозьев выполняют талями вручную, причем тали закрепляют в нескольких местах по длине полоза, а подвешивание их производят на противоположной стороне стапеля. Тали последовательно перезаряжают с одного борта на другой для надвижки каждого полоза соответствующего борта.

На полозья устанавливают подбрюшники, после чего начинают сборку спусковых салазок, связывающих полозья с корпусом судна. Для этого сначала устанавливают распорные брусья в гнезда, устроенные на полозьях, и таким образом связывают полозья обоих бортов. Затем в отверстия полозьев вставляют штыри, к которым с помощью болтов присоединяют стальные струны с талрепами. Струны вместе с распорными брусьями и придают салазкам требуемую жесткость. После этого в оконечностях судна набирают копылья, в виде стоек из деревянных брусьев, которые соединяют в кусты при помощи болтов или скоб и упирают нижними концами в салазки. Для крепления салазок с корпусом судна используют пеньковые и стальные тросы, скобы и талрепы. В оконечностях салазок иногда устанавливают специальные рымы или обухи с прикрепленным пеньковым или стальным тросом, который затем крепят на палубе судна.

Сборка и установка задерживающих устройств выполняется

Рис. 186. Спуск судна при помощи L-образного плавучего дока.

Рис. 187. Спуск судов на воду плавучим краном.

в конце подготовительных работ. Основным требованием при ее выполнении является внимательная проверка правильности раскладки тросов и наличия требуемого количества шлагов. Не представляет трудностей и установка тормозных приспособлений.

Незадолго перед спуском судно устанавливают на салазки Эта работа выполняется такелажниками и плотниками. По окончании ее из-под судна убирают все подставы и упоры, а также разбирают все клетки и строительные блоки. Полозья перед спуском загружают балластом для того, чтобы по освобождении судна от спускового устройства они затонули.

Перед спуском на судне устанавливают временные спусковые якоря с достаточной длиной якорной цепи. Они необходимы в случае, если якорное устройство на судне к моменту спуска не установлено полностью. Временные якоря укрепляют на палубе, а якорь-цепь раскладывают на баке и перевязывают тросовыми бензелями. Кроме этого, перед спуском судно должно быть снабжено буксирными, швартовными и бросательными концами, переносными стопорами, а также шторм-трапами, спускаемыми с бортов. Окончательные работы перед спуском состоят в закреплении в неподвижном положении гребных валов, а также руля в диаметральной плоскости судна с помощью стальных тросов и деревянных упоров. После спуска и остановки судна такелажники выбирают якоря, а при отсутствии необходимых подъемных средств устанавливают на якорь-цепи буйки для сбрасывания цепи вместе со спусковыми якорями в воду. Объем такелажных работ при подготовке к спуску и при спуске судна довольно значителен (занято примерно 10% всех рабочих, участвующих в спуске судна).

Следует остановиться еще на некоторых особенностях спуска судна со слипа, где объем такелажных работ значителен. Под судно, построенное на горизонтальной площадке стапеля и стоящее на кильблоках, подводят тележки (тележки между собой не соединены) каждую в отдельности. Количество тележек выбирается в зависимости от длины судна и его веса. Затем выбивают кильблоки, так что в конце концов корпус судна оказывается сидящим на тележках.

К корпусу судна тележки крепят с помощью стальных полотенец и тросов. После посадки судна на тележки их соединяют с помощью специальных жестких металлических связей.

Выкатывание судна на спусковую дорожку осуществляют с помощью тросов, идущих от стапельных лебедок через канифасблоки к концевой тележке. Во время спуска тросы, удерживающие тележки, равномерно потравливают, тележки вместе с судном скатываются в воду, и после освобождения от спускового устройства судно всплывает. При спусках со слипа рабочие такелажного цеха участвуют во всех работах подготовки спуска и его осуществления. Спуск судна со слипа длится несколько часов, спуск с наклонных стапелей производится за несколько минут.

РАЗДЕЛ ПЯТЫЙ

ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ДОСТРОЙКЕ СУДНА

ГЛАВА XII

РАБОТЫ ПО ПОГРУЗКАМ И ОБСЛУЖИВАНИЮ СУДНА В ДОСТРОЙКЕ

§ 55. ОБЯЗАННОСТИ РАБОЧИХ ТАКЕЛАЖНОГО ЦЕХА

Сроки нахождения судна на плаву в достройке по сравнению со сроками стапельного периода составляют небольшую часть времени, отводимого на постройку судна.

В современном судостроении время достройки стремятся сократить.

Достройка судна в целом может быть охарактеризована как период развернутых монтажных работ при участии всех цехов, имеющих какое-либо отношение к постройке судна.

Работы такелажного цеха в этот период сводятся к освобождению судна от спускового устройства, выполнению водолазных работ в районе акватории завода, установке судна на место у заводского причала, перестановке плавучих мастерских, барж, буксиров и т. д.

Кроме того, такелажный цех должен вести наблюдение за движением судов, находящихся на акватории завода, подготовку их к швартовным и ходовым испытаниям, обеспечивать зимой изготовление майн (мест, очищенных от льда) для спуска судов в зимних условиях и т. д.

Для выполнения всех перечисленных работ, как уже упоминалось, в составе такелажного цеха создается капитанская часть, которая комплектуется из квалифицированных и опытных судоводителей и соответствующего штата береговой команды. В ее состав входят капитан завода, его помощники, выполняющие роль дежурных капитанов, и береговая команда. Как правило, в ведении капитанской части завода находится весь служебно-вспомогательный и несамоходный флот, плавучие краны, плавучие мастерские и отопители. Технической эксплуатацией этого флота, так же как и ремонтом всех средств такелажного цеха, ведает механик цеха.

§ 56. ОБОРУДОВАНИЕ ДОСТРОЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

На судостроительных заводах достроечные места представляют собой запроектированные в зависимости от очертания береговой линии и глубины прилегающей к заводу акватории специальные набережные, бассейны, ковши и т. д. (рис. 188).

Основные требования, предъявляемые к достроечным местам, — это возможность свободного и безопасного подхода к ним при необходимой глубине с учетом колебания уровня воды и создание безопасной стоянки судов, находящихся в достройке. Если достроечная стенка располагается на берегу реки, немаловажное значение имеет наличие течения в месте установки судов.

Достроечные бассейны обычно оборудуются специальными швартовными устройствами: бочками разных типов и конструкций, бриделями с буйками и т. д. (рис. 189).

Швартовная бочка представляет собой прочную плавучую металлическую конструкцию, имеющую надежное крепление на грунте с помощью мертвого якоря того или иного типа (вес мертвого якоря достигает 20 *т* и более). Длину бриделя, связывающего якорь с бочкой, выбирают с учетом наибольшей высоты уровня воды в данном месте на основании соответствующих наблюдений. Особо длинную цепь для бриделя выбирать нельзя во избежание образования большой слабины, которая заметно ухудшает пользование бочкой, особенно при большом спаде воды.

На бочке часто устраивают специальное ограждение для предохранения людей от падения в воду при заводке швартовых или их отдаче.

Швартовные бочки обычно устанавливают на место с помощью плавучих кранов или специальных судов, называемых килекторами. Каждая бочка имеет свое штатное место в бассейне завода и только в случаях необходимости может переставляться на другое место.

Кроме швартовных бочек иногда применяют бридели, в виде стального троса, присоединенного к мертвому якорю. Бриделями пользуются при ремонте бочек, а также когда желают иметь швартовное устройство в виде троса, сброшенного с судна в воду. Для стоянки судов в бассейне и у стенки набережной применяются отдельные сваи и их кусты, или палы. Палом называют специальное швартовное приспособление из комбинации свай и приспособлений.

Набережные судостроительных заводов представляют собой гидротехнические сооружения, отвечающие всем требованиям, предъявляемым к современным портовым причальным сооружениям.

Достроечная набережная оборудуется подъездными путями для железнодорожного и внутризаводского транспорта.

Рис. 188. Достроечные места: *а* — набережная; *б* — ковш; *в* — пирс; *г* — сечения по стенке достроечного места.

Для постоянного обслуживания судов грузоподъемными средствами на набережной устанавливают портальные краны, перемещающиеся вдоль стенки от одного судна к другому. Часто используют железнодорожные краны разной грузоподъемности для вспомогательного обслуживания судов. Кроме возможности перемещения по всей территории завода они имеют и то преимущество, что всегда готовы к работе.

Достроечная набережная оборудуется необходимыми постами, куда подводятся все виды энергии, необходимые для проведения нормальной работы на достраивающихся судах.

По длине набережной в специальных местах, отводимых под пожарные площадки, должны иметься оборудованные проезды. На площадках обычно устанавливают дежурный пожарный пост.

Рис. 189. Швартовная бочка (*а*) и якоря (*б*).

Имеются специальные площадки для разгрузки доставляемого на суда оборудования, взвешивания и контроля поступающих деталей и материалов.

На достроечной набережной обязательно должны быть установлены щиты со спасательными приборами для помощи людям, упавшим в воду.

По всей набережной расставляют специальные ящики для сбора отходов производства.

Для освещения набережных устанавливают осветительные столбы, а также используют близко расположенные постройки, на которых располагают люстры и прожекторы.

Причалы должны быть снабжены следующими вполне надежными береговыми швартовными приспособлениями. На наружных

Рис. 190. Швартовное оборудование причалов набережных.

стенках (кардонах) набережной устанавливают швартовные рымы, представляющие собой толстые стальные кольца, расположенные на определенном расстоянии один от другого. Эти рымы вполне надежны для швартовки малых и низкобортных судов, но недостаточно надежны для крупных судов, так как при штормовых погодах не выдерживают больших тяговых усилий. Поэтому чаще всего они применяются как вспомогательные средства. Более надежными

Рис. 191. Береговые мертвые якоря.

являются швартовные тумбы (рис. 190). Применяют еще так называемые «мертвяки», главной частью которых является зарытый глубоко в землю тяжелый предмет с упором (например, большие адмиралтейские якоря со штоком). Подобные приспособления оправдывают себя в условиях тяжелых штормовых погод. Лучшими и наиболее надежными являются приспособления, представленные на рис. 191.

Для лучшего обслуживания причалов достроечной набережной на стенке набережной предусматривают специальные ступенчатые спуски и площадки (внизу под настилом стенки) или специальные трапы (рис. 192).

§ 57. РАБОТЫ ТАКЕЛАЖНОГО ЦЕХА ПО СОХРАНЕНИЮ СУДОВ В ДОСТРОЙКЕ

Размещение на акватории спущенных на воду судов зависит от наличия свободных мест (если у стенки завода находится одновременно несколько судов), графика предполагаемого передвиже-

Рис. 192. Оборудование причальных стенок спусками и сходами.

ния каждого из них, необходимости обслуживания судов береговыми и плавучими кранами, очередности обслуживания, интенсивности погрузок и т. д.

Выбор места для установки судна в достройку имеет большое значение, так как непредвиденная перестановка судов, иногда очень громоздкая и занимающая много времени, может задержать работы на других судах и тем удлинить срок их выпуска. Следует учитывать, что каждая перестановка связана с полным отключением судна от источников питания и требует затраты времени на подготовку судов к приему рабочих, на подключение источников энергии, переброску электрических проводов, шлангов, агрегатов, различной аппаратуры и т. д.

Массовые перестановки судов должны предусматриваться заранее и осуществляться по общезаводскому плану работ, причем такелажный цех, являясь фактическим исполнителем этой работы, к моменту ее проведения должен закончить все подготовительные работы, учитывая, что перестановка требует привлечения значительного количества рабочих такелажного цеха, а также технических и вспомогательных средств (буксиры, катера, шлюпки и т. д.). Самой ответственной бывает перестановка судов при подготовке к зимнему периоду, когда дополнительно приходится учитывать ледостав, отопление судов и т. д.

Частичные перестановки судов такелажным цехом должны производиться без особых потерь времени.

Основной заботой такелажного цеха при достройке судов является наиболее полное использование крановых средств, в особенности плавучих кранов. С этой точки зрения исключительно важное значение приобретает правильная расстановка судов в достроечном бассейне с учетом их предстоящего размещения. Необходимо строго учитывать очередность погрузок, особенно тяжелых грузов.

Наиболее рациональным следует признать такое взаимное расположение судов и кранов, при котором достраивающиеся суда могут обслуживаться кранами с места их стоянки или же в крайнем случае с учетом возможности их перемещения по кратчайшим путям и при наименьшей затрате времени на переходы. Следует позаботиться о том, чтобы суда, требующие обслуживания кранами, были размещены в непосредственной близости от этих кранов.

На рис. 193 приводятся две схемы взаимной расстановки судов и кранов в достройке, одна из которых (рис. 193, *а*) применима в условиях закрытого достроечного бассейна, а другая (рис. 193, *б*) — при наличии речной акватории. Эти схемы могут быть применены и для иных судостроительных заводов, с некоторыми изменениями.

Рекомендуемые схемы могут быть использованы для решения многих задач, возникающих при достроечных работах, в частности размещения плавучего крана с поворотной стрелой и без нее. Такой

кран должен иметь в районе своей стоянки значительную акваторию для возможности передвижения и разворачивания понтона крана. Как видно из приведенных схем, выходы крана для обслуживания судов легко осуществляются самим краном, если у него имеются постоянно заведенные якоря.

Рис. 193. Схемы расстановки судов в достройке.

При необходимости выхода несамоходного крана в районы, удаленные от места его стоянки, перемещение производится с помощью буксиров (обычно двух).

Установке судна на достроечное место должно предшествовать освобождение его от спускового устройства. В особых случаях эту работу выполняют на месте достройки. Все такелажные работы, начиная от спуска судна со стапеля и кончая подъемом на нем флага, проводятся на основе соответствующих положений и требований морской практики.

Для успешного выполнения такелажным цехом работ по сохранению судов в достройке и обеспечению безопасной и надежной их стоянки в течение всего времени нахождения на заводе капитанская часть цеха должна организовать круглосуточное наблюдение за судами и всей акваторией завода. Обычно выделяется вахтенная служба во главе с дежурным помощником капитана завода. Вахтенная служба имеет постоянную связь со всеми постами морского порта, откуда систематически поступают необходимые информации о метео- и гидрорежимах. Таким образом, штат капитанской части осуществляет наблюдение за строящимися судами и совместно с такелажниками участвует в выполнении таких работ, как освобождение судна от спускового устройства, установка на место достройки, ввод и вывод судов из дока и т. д. Капитанская часть занимается проведением ходовых и сдаточных испытаний построенных судов и, кроме того, осуществляет наблюдение за движением всех судов в пределах акватории завода.

Плавучие мастерские. При выполнении монтажных работ на судне в достройке целесообразно размещать переносные мастерские вблизи судна или использовать плавучие мастерские.

При доковых работах вне завода, испытаниях и сдаче судов наилучшей базой оказывается именно плавучая мастерская, приспособленная для выполнения мелких достроечных работ и исправления дефектов, выявленных при испытаниях.

Плавучая мастерская обычно имеет свой штат и подчинена такелажному цеху. Зимой мастерскую используют и как отопитель судов.

Отопители. В составе такелажного цеха обычно имеются плавучие отопители, представляющие собой специально оборудованные малые суда. Часто такие отопители используют и для подачи горячей воды или пара низкого давления. Для обслуживания отопителей в такелажном цехе создаются специальные группы рабочих. В их обязанности входит подготовка к зимнему отстою забортных и донных отверстий, кингстонов и трубопроводов достраивающихся судов.

Нефтехранилища и нефтебаржи. На судостроительных заводах часто применяют плавучие нефтехранилища и нефтебаржи различных конструкций. Как правило, эти суда находятся в ведении главного магазина завода, а их перемещение и буксировка для приема и раздачи топлива поручаются такелажному цеху.

Водолазные станции. Судостроительные заводы обычно имеют собственные водолазные станции, ввиду значительного объема водолазных работ и наличия сложных гидротехнических сооружений. На строящихся судах помощь водолазов требуется постоянно. Водолазная станция имеет штат водолазов и комплект водолазного снаряжения. В последнее время для повышения производительности водолазных работ широко применяются пневматические молотки, сверла, пилы, подводные автогенные аппараты,

электрорезки, электросварочные аппараты и т. д. Базой для выполнения водолазных работ служит водолазный бот или катер.

Водолазные станции, как правило, входят в состав такелажного цеха, который и руководит их работой.

Околка судов производится рабочими такелажного цеха обычно ручным способом с помощью пешен и сачков. Весь корпус судна окалывается только в суровые морозы, а в остальное время окалываются только гребные винты и кормовая часть судна. Малые суда окалываются полностью.

Такелажный цех должен располагать всеми необходимыми средствами и материалами. Расходные материалы для работ по сохранению судов в достройке и полному их обслуживанию относятся к специальным статьям расходов. Часть снабжения для строящихся судов изготовляется такелажным цехом и сдается им или непосредственно на суда или на склад готовых изделий.

На заводах должны быть оборудованы специальные площадки для приемки и отправки грузов, доставляемых водой.

На акватории завода также должны иметься места для надежной и безопасной стоянки заводского вспомогательного флота и кроме того, хотя бы одно свободное место, готовое для приемки могущего поступить на завод аварийного судна. Устанавливать судно на достройку с неосвобожденным спусковым устройством не разрешается, но в некоторых случаях это необходимо.

Чтобы сократить время между спуском судна и установкой его в достройку, желательно иметь у причала свободное место, приспособленное для освобождения судна от спускового устройства.

§ 58. ОСВОБОЖДЕНИЕ СУДНА ОТ СПУСКОВОГО УСТРОЙСТВА

Спущенное на воду судно необходимо прежде всего освободить от тормозного, а затем и от спускового устройства. При наличии свободной акватории тормозящие устройства применяют редко, а в некоторых случаях ограничиваются только подвешиванием спусковых якорей, да и то в качестве запасного средства, так как спускаемые суда обычно успевают остановиться раньше, чем начнут срабатывать эти якоря.

При спуске судов на ограниченной акватории тормозные устройства применяют часто и в различных комбинациях.

После того как судно полностью будет освобождено от тормозных устройств, с помощью буксиров его отводят к стенке на специально приготовленное место для снятия спускового устройства.

Спусковое устройство ввиду дороговизны и сложности его изготовления используется для многократных спусков судов, поэтому при освобождении необходимо сохранять все детали устройства.

Практика судостроения выработала некоторые приемы и способы, облегчающие выполнение этой работы. При подготовке

к спуску судов, имеющих малый и средний спусковой вес, можно заранее предусмотреть специальные приспособления, облегчающие удаление спускового устройства.

Обычно устройство загружают балластом в виде чугунных или стальных плит, чушек, болванок или даже цепей, распределенных по длине полозьев пропорционально распределению плавучести и весу спускового устройства. После отбуксировки судна к стенке отдают найтовы и все крепления, связывающие корпус судна и спусковое устройство. Затем загруженное балластом устройство спускают на дно бассейна.

Освобожденное судно с помощью буксиров отводится в назначенное для установки место.

Другим часто применяющимся способом является выдергивание спускового устройства из-под судна после схода с порога стапеля. В случае продольного спуска кормой могут быть выдернуты носовая и средняя части спускового устройства, кормовые же секции устройства остаются на месте. Заранее загруженные балластом, они освобождаются только после отдачи найтовов по способу, изложенному выше.

Секции спускового устройства выдергивают с помощью манильских тросов, длину и диаметр которых определяют расчетом. Один конец тросов заранее крепится к выдергиваемой части спускового устройства, а второй — на берегу. Иногда эти тросы укладывают петлями и перевязывают бензелями в виде тормозного устройства с тем, чтобы они по мере движения судна последовательно разрывались, частично погашая таким образом силу, приобретенную судном во время движения при спуске.

Способ выдергивания трудно применять при спусках крупных судов. Судно не полностью освобождается от спускового устройства, так что возникает необходимость последующей промежуточной его установки для снятия кормовых секций перед установкой в достройку.

При третьем способе (применяемом при спуске малых судов) судно стаскивают со спускового устройства, в этом случае не загруженного балластом. Судно подводят носом к стенке завода, носовые секции спускового устройства закрепляют на берегу, после чего отдают найтовы и с помощью мощных буксиров стаскивают судно с устройства.

Для подачи плавающих частей спускового устройства применяют плавучий кран. Устройство может быть отбуксировано в район стапеля (целиком или частями), у стапеля его окончательно разбирают с помощью стапельных кранов.

При стаскивании судна со спускового устройства, имеющего плавучесть и потому сильно прижатого к корпусу судна, устройство может развалиться. Поэтому следует заранее заготовлять шлюпки. Водолазов привлекают в том случае, если какая-нибудь часть устройства затонула.

§ 59. ПОГРУЗКА И УСТАНОВКА НА СУДНО АГРЕГАТОВ И КОНСТРУКЦИЙ

Монтажно-достроечными работами считаются работы, проводимые по технологическому графику постройки судна на плаву. К ним относятся установка легких выгородок, несложные корпусные работы, окраска и изоляция судна, монтаж некоторых механизмов, систем, судовых устройств, оборудование жилых и служебных помещений и т. д.

Объем работ, выполняемых на судне в достройке, в последнее время резко сократился, так как современная технология предусматривает сборку судна на стапеле с большим насыщением. Однако на некоторых заводах объем достроечных работ несколько увеличен. В этом случае в обязанности такелажного цеха входит погрузка крупных агрегатов.

В зарубежной практике судостроения объем достроечных работ достаточно велик. В ГДР, например, суда спускают на воду при относительно небольшой готовности (40—60%).

Факторами, способствующими значительному объему монтажно-достроечных работ, являются недостаточная грузоподъемность кранового оборудования стапелей, ненадежность стапельных фундаментов и т. д.

Рассмотрим основные работы периода достройки судна по новой технологии.

Работа такелажного цеха при достройке состоит из трех этапов:

1) погрузка узлов, механизмов, приборов и аппаратов, с установкой их на место (эпизодические операции);

2) помощь другим цехам по общему монтажу (постоянная и систематическая);

3) работа по изготовлению спецификационных такелажных изделий и снабжению шкиперским имуществом (малая по объему, но систематическая).

Все погрузки на судно осуществляются с помощью кранов, однако подача грузов может производиться только через открытые отверстия на судне и при отвесном положении грузового гака крана. При перемещении и установке деталей и механизмов внутри судна все монтажные работы выполняются вручную с применением механических и обыкновенных талей, домкратов, клиньев, козел и т. д.

При погрузках кранами надо уметь быстро находить примерное положение центра тяжести груза, определять места наилучшего расположения захватного приспособления с учетом возможности быстрого его освобождения после погрузки и четко выполнять распоряжения старшины-такелажника. Следует строго соблюдать правила техники безопасности.

Такелажные работы по погрузкам и перемещениям деталей и механизмов внутри судна разнообразны по приемам выполнения, поэтому в каждом случае может возникнуть ряд вопросов,

решить которые такелажник сможет лишь в результате тщательного изучения условий, места и цели выполняемой работы. В нахождении рационального решения проявляется квалификация и производственный опыт такелажника.

Для примера рассмотрим погрузку на судно котлов (рис. 194*А*, *Б*). На современных судах чаще всего применяют водотрубные котлы. Форма их обычно приближается к треугольной. Подача котлов к месту погрузки производится на обычных или специальных платформах.

Для погрузки котлов на судне предусматривают шахты соответствующих размеров. Иногда в районе котельных шахт располагают съемные секции набора корпуса, которые не должны быть приварены до установки котлов.

В первую очередь следует грузить и устанавливать котлы, наиболее удаленные от шахт и вырезов. Перед погрузкой водотрубного котла необходимо точно выверить расположение фундамента, чтобы котел точно стал на свое место. Окончательная установка котлов на место такелажниками часто выполняется вручную. Водотрубные котлы устанавливают на фундаментах на металлические прокладки и закрепляют с помощью болтов.

При необходимости погрузки в одно отделение нескольких (например, трех) котлов через одну и ту же шахту, которая позволяет проходить лишь одному котлу и то с небольшими зазорами, поступают следующим образом. На фундаменты под котлы выкладывают клетки из брусьев или брусья в ряд в виде настила и укрепляют их. Котел устанавливают на настил и отдают стропы. С помощью талей, заведенных горизонтально, котел передвигают к тому борту, где он должен быть установлен. Место освобождается и второй котел подают в шахту, опускают на настил и таким же способом отодвигают к месту установки. Затем подают третий котел и сразу с помощью крана ставят его на место. Два первых котла, если позволяют условия, могут быть установлены на места также с помощью крана, для чего котлы должны быть снова остроплены, подняты и с помощью дифференциальных талей, работающих на оттяжку, затянуты к месту установки. Постепенным стравливанием гиней крана и регулированием талей оттяжек котел окончательно устанавливают на фундамент. Этот же способ следует применять и в том случае, когда нужно погрузить только два котла.

При остропке котлов за верхний коллектор, что чаще всего и делается, стропы следует схватывать шпрюйтом (найтовом). Такое крепление гарантирует лучшую работу стропов при подъеме котла и предупреждает возможность соскальзывания их с коллектора.

После установки на фундаменты брусья из-под котлов вынимают. Для этого пользуются домкратами, которые заводят попарно под нижние коллекторы с одной стороны котла, а затем ту же пару домкратов переносят на другую сторону и поднимают

Рис. 194*А*. Схемы погрузки, установки и крепления котлов: *а* — огнетрубного; *б* — водотрубного на фундаменте.

Рис. 194*Б*. Схемы погрузки, установки и крепления котлов: *в* — то же на переходной раме; *г* — общий вид погрузки котла.

котел с другой стороны. Иногда лучше разрезать брусья, на которых стоит котел. В этом случае с помощью двух домкратов поднимают один коллектор котла с обоих концов, а разрезанные брусья выдергивают.

По окончании погрузки котлов котельное отделение закрывают: подают и устанавливают на место съемные секции набора корпуса и палубные листы.

Погрузка главных механизмов на небольшие суда чаще всего проводится в собранном виде (рис. 195). Перед погрузкой главных машин должна быть выверена правильность плоскостей верхних накладных листов фундаментов по отношению к фактическим осям валов главных машин.

Установка на судно как турбин, так и двигателей внутреннего сгорания по методам производства работ принципиально одинакова, различаются лишь такелажные приемы.

Фундаментную раму машины обычно грузят на судно частями и устанавливают на установочные болты или клинья. Установочные болты предусматриваются конструкцией фундаментных рам и заменяют домкраты, с их помощью рама может быть опущена или приподнята во время пригонки фланца вала машины к фланцу крайнего промежуточного или упорного вала. Для фундаментных плит, у которых установочные болты отсутствуют, применяют установочные клинья.

Машину грузят на судно и устанавливают на заранее припиленный фундамент, затем с помощью домкратов ее пододвигают к фланцу упорного вала. Горизонтальное перемещение машины производят домкратами, а вертикальное — краном или талями при помощи рымов, ввернутых в раму машины между отверстиями для болтов.

Установка главной машины в собранном виде является ответственной работой, проведение которой может быть доверено только опытным монтажникам. Необходимо заранее предусмотреть и те вспомогательные устройства, с помощью которых предполагается производить подъем машины, надо учитывать недопустимость общих изгибов машины и избегать возникновения местных напряжений.

Турбины и редукторы в большинстве случаев грузят в собранном виде. Турбину устанавливают на деревянные клиновые прокладки приблизительно по ее оси. Количество клиньев выбирают таким, чтобы под турбину можно было завести подъемные приспособления на случай ее подъема.

В осевом направлении турбину передвигают домкратами, в вертикальном — при помощи клиньев, отжимных болтов, в горизонтальном — при помощи отжимных болтов. Эти приспособления применяются при предварительной центровке турбины.

При погрузках главных машин необходимо особенно тщательно их остропливать, причем следует применять клинья, прокладку

Рис. 195. Схемы погрузки главных машин: *а*—общий вид погрузки при открытой палубе; *б* — одним краном при горизонтальном положении; *в* — одним краном при наклонном положении.

и маты для предохранения частей машины от повреждений и деформаций. Часто применяют одновременно несколько захватных приспособлений или специальных стропов в разных комбинациях. Обычно завод-изготовитель поставляет заводу-строителю для погрузки машин специальные устройства и приспособления, а на многих машинах в местах заводки стропов устанавливаются специальные обухи. Иногда прилагают к ним отдельно скобы или рымы для ввинчивания в предусмотренные нарезные отверстия.

Если при погрузке главных механизмов возникают трудности, пользуются специальными устройствами, с помощью которых осуществляется погрузка (прямо или с наклоном).

При погрузке (с наклоном) двигателя с помощью плавучего крана можно рекомендовать применение двух стропов разной длины с таким расчетом, чтобы поднятый двигатель приобрел некоторый наклон. Это в горизонтальной проекции уменьшает площадь двигателя, что имеет большое значение при прохождении его через люк.

Наклонное положение двигателю можно придать и другим способом. Выбирают два одинаковых стропа и к одному из них наставляют дополнительный строп определенной длины. Затем, выбирая гини крана, обтягивают стропы, причем сначала обтянется короткий строп и поднимет один конец машины, а второй (длинный конец стропа) обтянется позднее, что и придаст двигателю наклон на такой угол, какой необходим для погрузки.

При опускании двигателя в люк и затем к месту установки он коснется фундамента не всем основанием, а лишь спущенным углом, и не сразу станет на горизонтальный фундамент. Тогда талями оттаскивают один конец двигателя в сторону и поддерживают его некоторое время на весу. Продолжая стравливать гини крана, двигатель устанавливают на фундамент и затем выравнивают.

Вспомогательные механизмы грузят и устанавливают на судно, как правило, в собранном виде. Ввиду того что вес вспомогательных механизмов значительно меньше веса котлов и главных механизмов, такелажные работы при их погрузках упрощаются применением более тонких и легких стропов и деталей к ним.

На практике могут встретиться случаи, когда при травлении длина имеющихся талей недостаточна для опускания механизма до места. Тогда рядом с талями на стелюге закрепляют трос или строп, к которому внизу подвешивают механизм и затем травят тали, пока механизм не перейдет на трос или строп. После этого, освободив тали, их снимают со стелюги и укрепляют ниже так, чтобы было обеспечено дальнейшее опускание механизма. Затем гак нижнего блока заводят за строп механизма и выбирают тали. Вследствие этого трос или строп, на котором механизм был временно остановлен, получает слабину. Обтянув тали и еще больше ослабив трос или строп, его отдают, а тали начинают травить, опуская механизм до требуемого места.

ГЛАВА XIII

ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ ПО ВООРУЖЕНИЮ СУДНА

§ 60. РАБОТЫ ПО РАНГОУТУ И ТАКЕЛАЖУ

Значительный объем работ по рангоуту и такелажу выполняется такелажным цехом во время изготовления и монтажа судовых устройств на стапеле, но главные работы производятся обычно в период достройки судна.

Особое место в архитектуре морских судов занимают рангоут с такелажем, размеры и конструкция которых зависят от размеров судна и его назначения. Рангоут включает мачты, стеньги, реи, гики, гафели, бушприты, выстрелы, стрелы и т. д. К стоячему такелажу относятся такие неподвижные снасти, как ванты, фордуны, штаги, бакштаги и глухие топенанты. Все подвешенные снасти относятся к бегучему такелажу.

Мачты на современных судах служат для размещения радиоантенны и осуществления флажной и световой сигнализации, а также для монтажа на них грузовых стрел. Нижняя часть мачты называется шпором, а верхняя — топом.

Первая мачта (считая от носа в корму) называется фок-мачта, вторая — грот-мачта и третья — бизань-мачта.

Реи для сигнального устройства устанавливаются горизонтально на мачте и поперек судна на передней мачте, а гафель, служащий для подъема Государственного флага, располагается всегда на кормовой мачте с задней ее стороны (в диаметральной плоскости судна).

В зависимости от размеров и назначения судна мачты могут быть простыми (легкие по весу) и сложными (большого веса). Легкие мачты обычно устанавливают в специальные гнезда на верхней палубе или надстройке, а мачты тяжелые и ответственные опускают в корпус через верхнюю палубу до нижней (на однопалубных судах — до днища), где их скрепляют с набором корпуса.

Крепление шпора мачты в гнезде специальной конструкции, называемом степсом, осуществляется приваркой, клепкой или на болтах. Отверстие, в которое проходит мачта в верхней палубе

(пяртнерс), служит второй опорой мачты. В пяртнерсе мачта скрепляется с верхней палубой.

В обязанности такелажного цеха входит доставка мачт на судно и установка на место. Они могут устанавливаться с навешенным штатным такелажем и временным, который используется для временного раскрепления мачты, а затем заменяется штатным. В обоих случаях бригада такелажного цеха участвует в береговом монтаже мачты.

Когда береговая сборка закончена, устанавливают на места такелаж и все детали оборудования. Это облегчает дальнейшие работы по оснащению мачт. Мастер такелажного цеха еще раз производит осмотр мачт в собранном виде и тщательно проверяет комплектность оборудования и соответствие его чертежам.

После того как мачта с такелажем полностью собрана и укомплектована, такелажный цех приступает к подготовке ее к подъему и установке на место. В эту операцию входит подвязывание к мачте собранного в бухточки такелажа и подъемных фалов, подготовка мест для заводки стропов, подвешивание блоков и т. д. Работа по подготовке к подъему зависит от размеров и веса мачты, особенностей ее конструкции, а также способа и особенностей установки ее на судно.

Обычно мачты устанавливают на судно с помощью плавучих или береговых кранов, что значительно упрощает работу, но вместе с тем требует от такелажников особенно тщательной остропки мачты. Стропят мачту так, чтобы при подъеме она приняла вертикальное положение.

Остропленную мачту поднимают краном, а затем с места поворотом стрелы крана подают на судно и, медленно потравливая, опускают к месту установки. На палубе судна шпор (нижняя часть мачты) принимается такелажниками и направляется в степс. Мачту удерживают на весу до тех пор, пока она не будет достаточно прочно закреплена в степсе. Вверху над палубой к мачте крепят тросы или цепи с талрепами. Талрепы разносят в разные стороны для точной и окончательной установки мачты, что проверяют с помощью угольников-шаблонов и весков.

Установленную мачту раскрепляют сразу же стоячим такелажем, если мачта была снабжена им, или же применяют временный такелаж.

Обычно стоячий такелаж изготовляют до установки мачт. Точные размеры для изготовления такелажа почти всегда снимают с места, но если нижние концы ветвей такелажа предварительно оставлять незаделанными, то без большой ошибки можно все размеры брать с чертежей. Бегучий такелаж изготовляют из стальных и растительных тросов по данным с места и по чертежам.

Установку стоячего такелажа в случаях, когда он не заводится во время береговой подготовки мачт, производят с помощью

подвешиваемых на мачты вспомогательных талей, которыми верхний конец ветви такелажа поднимают к месту соединения.

§ 61. РАБОТЫ ПО СУДОВЫМ УСТРОЙСТВАМ

Во время изготовления и монтажа судовых устройств значительная часть такелажных работ выполняется по чертежам, поэтому все работы по судовым устройствам должны производиться квалифицированными такелажниками под руководством опытных бригадиров и мастеров.

Рассмотрим такелажные работы по каждому из устройств в отдельности.

Грузовое устройство. Грузовые стрелы, как и мачты, изготовляются корпусным цехом, а их установкой и оснащением занимается такелажный цех.

Грузовую стрелу подают на судно краном, который должен поднимать стрелу вертикально за нок (оконечность горизонтального рангоута) и подводить к месту установки шпором. Когда шпор находится на месте, его вводят в отверстие башмака, сохраняя стрелу в висячем положении, затем стрелу опускают до тех пор, пока штырь не войдет и не упрется в башмак. После этого нок стрелы опускают на специально подготовленное место и крепят по-походному; если же штатное место для нока стрелы не готово, нок опускают на фальшборт судна или укладывают стрелу временно как-либо иначе. Следует прихватить стрелу временным найтовом.

После установки стрелы приступают к снятию размеров (с места) для изготовления ее такелажа. На основании полученных данных изготовляют такелаж и устанавливают его на стрелу. Затем готовую стрелу проверяют в работе и подвергают испытаниям.

Для легкой грузовой стрелы такелаж изготовляют из стальных тросов и ставят в одну ветвь (топенант от нока стрелы направляют к мачте и через отводной блок выводят на палубу). Установка такого такелажа осуществляется с помощью специальной треугольной сердцевидной скобы.

Для установки оттяжек к боковым проушинам нокового бугеля с каждой стороны с помощью обыкновенных скоб присоединяют по одному двушкивному блоку. Оттяжки обычно основывают талями между этими блоками и одношкивными, которые крепятся на палубе с помощью лопарей из растительного троса.

На легких стрелах для подъема груза служат грузовые шкентели из стального троса в одну ветвь, идущую от грузовой лебедки через отводной блок, затем вдоль стрелы вверх по грузовому блоку и через шкив грузового блока вниз. Грузовой шкентель такого рода заканчивается грузовым гаком закрытой формы, причем для увеличения веса гака между ним и тросом шкентеля

вводят груз в виде металлического шара или чаще — куска такелажной цепи длиной около 1 *м*. Такое устройство грузового шкентеля обеспечивает опускание его с порожним гаком вниз.

Такелаж тяжеловесных стрел усложнен тем, что вместо топенанта в нем применяются топенант-гики, имеющие более сложную и ответственную оснастку, а вместо шкентеля вводятся шкентель-гини. Поэтому для установки тяжеловесных стрел требуется предварительно внимательно разобраться в схеме предназначаемой оснастки.

Грузовое устройство чаще всего монтируется, когда судно находится уже на плаву в достройке. Примеры оснастки грузовых стрел показаны на рис. 196*А*, *Б*.

Якорное устройство. Якорную цепь, как правило, изготовляют на специализированных заводах и доставляют на судостроительные заводы испытанной, принятой с формуляром об испытании.

Сборка якорного каната из отдельных смычек (рис. 197) производится в цехе на специальной площадке или же непосредственно на берегу в районе носовой части судна. Якорная цепь в собранном виде может быть подана на судно с помощью баржи или плавучего крана. Смычки перед сборкой должны быть очищены стальными щетками и окрашены, счет смычек ведется всегда от якоря к жвако-галсу.

При подаче якорных канатов с берега особенно ответственной является операция удерживания цепи на берегу, так как коренной конец цепи легко может уйти в воду. При этом нужно учитывать свободное расстояние от стенки до борта судна, где цепь сильно провисает, а также высоту борта судна. Обычно цепь подают на судно краном или втягивают брашпилем. Если якорная цепь подается с баржи, операция упрощается, так как в этом случае цепь можно принимать в отвесном положении, соответственно расположив баржу в носовой части судна.

Следует остановиться на такелажных работах по подготовке, компоновке и погрузке якорной цепи на судно, а также предварительной маркировке якорных канатов.

При маркировке цепи сначала наносятся марки из мягкой проволоки на контрфорсы соответствующих звеньев (в зависимости от принятого способа разбивки). Если разбивка производится с отметкой каждой смычки, то якорный канат маркируется в конце каждой смычки на распорках звеньев. На первой смычке ставится марка на одном звене, на второй — на двух звеньях, на третьей — на трех звеньях и т. д. по всей длине якорного каната каждого борта.

Существует еще другой способ маркировки якорных канатов. Вся цепь от якоря разбивается на равные участки, например через 20 *м*. В месте отметки на распорках звеньев и производится наложение марок с последующей окраской распорок разными цветами, например красным и белым.

Рис. 196*А*. Схемы оснастки грузовых стрел: *а*, *б* — легкие стрелы.

Рис. 196*Б*. Схемы оснастки грузовых стрел: *в* — легкая стрела; *г* — тяжеловесная стрела.

1 — груз; *2* — грузовой шкентель в одну ветвь и в виде гиней; *3* — то же, для топенанта; *4* — привод топенанта на лебедку; *5* — направляющий блок для грузового шкентеля.

Расстояние от якоря, *м*	Количество марок	Количество и цвет звеньев	Расстояние от якоря, *м*	Количество марок	Количество и цвет звеньев
20	1	1, красное	100	5	5, красные
40	2	2, красные	120	1	1, белое
60	3	3, красные	140	2	2, белые
80	4	4, красные			

В некоторых случаях смычки подают краном прямо на судно, а затем на балке соединяют их с помощью крана или брашпиля и последовательно опускают в канатный ящик. Следует иметь в виду, что при соединении смычек обыкновенными соединительными скобами нужно располагать скобы так, чтобы их спинки были

Рис. 197. Сборка якорного каната.

направлены к якорю, а штыри, наоборот, обращены вверх. Скоба, соединяющая первую смычку с якорной скобой, должна закладываться болтом к скобе якоря, т. е. прямо противоположно положению соединительных скоб. Шпильки штырей соединительных скоб забивают по месту, а образовавшуюся над ними пустоту заполняют свинцовой пробкой. Шпильки должны быть луженными.

После сборки якорные канаты, проходя через палубный клюз, укладываются в канатный (цепной) ящик. Затем к концу первой смычки, выпущенному за борт через якорный клюз, присоединяют якорь. При этом якорь может быть либо за бортом (в подвешенном состоянии), либо на палубе бака.

В готовом виде якорное устройство проверяют для выявления дефектов и устранения неполадок. Общий вид якорного устройства показан на рис. 198.

Другие (не становые) якоря обычно располагаются так: запасной якорь, устанавливаемый на специальных подушках, крепится на палубе полубака в районе якорного устройства, чтобы в случае надобности его можно было легко соединить с канатом и подать на место станового якоря. Стоп-анкер и верпы устанавливают на верхней палубе с таким расчетом, чтобы они не мешали палубным работам.

Рулевое устройство. Монтаж рулевого устройства выполняется, как правило, в механо-монтажном цехе.

Такелажные работы по рулевому устройству на малых судах с простой схемой привода заключаются в проводке штуртроса и его заделке (в особенности при использовании в рулевом приводе стальных тросов и такелажных цепей).

На больших судах в связи с применением специальных рулевых машин и рулевых приводов (от машины к рулю) с механическими, электрическими и гидравлическими передачами такелаж-

Рис. 198. Общий вид якорного устройства.

ные работы сводятся к выполнению погрузок частей рулевого устройства на судно и помощи монтажникам. Лишь в некоторых случаях такелажному цеху могут быть поручены работы по монтажу рулевого устройства судна в целом. Но изготовление румпель-талей и работы по ручному рулевому приводу всякого рулевого устройства входят в обязанности такелажного цеха.

Рулевое устройство проверяют в действии на плаву судна и затем окончательно — во время швартовных и ходовых испытаний.

Шлюпочное устройство. Оснащение такелажем смонтированного шлюпочного устройства и испытание его в действии полностью осуществляется такелажным цехом.

Такелаж шлюпок представляет собой существенную часть шлюпочного устройства. Он изготовляется по чертежам и размерам, снятым с места, обычным такелажным способом и уста-

навливается в последний период достройки судна. До этого шлюпбалки должны быть испытаны подъемом соответствующего груза при заданном крене и дифференте судна и полностью подготовлены к установке шлюпок. Затем производят установку их походного крепления, а в последнюю очередь навешивают шлюптали, которые опробывают при заключительных испытаниях устройства в целом.

Готовое шлюпочное устройство испытывают спуском и подъемом шлюпок, наполненных водой или загруженных балластом до нормы, на которую рассчитана шлюпка. В процессе испытания проверяется работа шлюпбалок на вываливание за борт шлюпок, освобожденных от штатного крепления, при прямом положении судна и при крене. На воду шлюпки спускают вручную и при помощи лебедок, если это предусмотрено в проекте. Заказчик и представитель Регистра СССР проверяют действия всего устройства и осуществляют наблюдение за проведением испытаний.

Шлюпки являются весьма ответственным элементом спасательного оборудования судна. Все спасательные средства проверяют в соответствии с программой испытаний. Парусный участок такелажного цеха изготовляет, в частности, шлюпочные чехлы, которыми закрывают спасательные шлюпки после их установки на штатные места.

Швартовное устройство. К швартовному устройству, монтируемому на верхней палубе судна, относятся все вьюшки для стальных и растительных тросов и сами швартовы. Вьюшки устанавливаются обычно в период достройки судна, установка штатных швартовых по местам (на вьюшки) производится такелажным цехом лишь ко времени выхода судна в море на ходовые испытания, а иногда даже и после сдаточных испытаний. В период достройки и ходовых испытаний суда обычно швартуются тросами, принадлежащими заводу, которые потом заменяют штатными швартовами, заготовленными такелажным цехом одновременно с другими видами шкиперского снаряжения судна.

Швартовное устройство устанавливается корпусным цехом совместно с другими цехами, а такелажный цех с момента спуска судна на воду использует устройство в течение всего периода нахождения на плаву и, кроме того, изготовляет все швартовное снабжение.

Леерное и тентовое устройство. Все тросовые леера изготовляются и устанавливаются на место такелажным цехом. Такелажники, совместно с парусниками, выполняют пошивку, отакелаживание тентов и их установку на место.

ГЛАВА XIV

ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ СУДНА

§ 62. НАЗНАЧЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ И ПОРЯДОК ИХ ПРОВЕДЕНИЯ

По окончании всех монтажных и достроечных работ судно сдается заказчику. Сдача состоит в проведении ряда испытаний, подтверждающих соответствие построенного судна проекту и всем техническим условиям на его постройку.

Ввиду большой продолжительности и сложности работ по постройке (особенно крупных судов) нецелесообразно приурочивать ко времени окончания постройки судна проверку и приемку всех его деталей, включая и проверку качества материала корпуса и механизмов.

Частичная подетальная проверка и приемка осуществляется в течение всего периода постройки судна.

Организация испытаний готового судна и их проведение осуществляется строителем судна с привлечением представителей лабораторий, цехов, ОТК завода, конструкторского бюро и всех заинтересованных в данном испытании организаций. Непосредственное участие в приемке принимают представители заказчика и его наблюдающего органа, присутствовавшие на заводе в течение всего периода постройки судна.

Испытания производят по заранее разработанной и согласованной программе. Результаты испытаний оформляют актами, которые служат материалом приемной комиссии для решения вопроса о допуске судна к завершающим этапам испытания и окончательной приемке его в эксплуатацию.

Готовое судно проходит три вида испытаний: швартовные, ходовые заводские и ходовые сдаточные.

§ 63. ШВАРТОВНЫЕ ИСПЫТАНИЯ И УЧАСТИЕ В НИХ ТАКЕЛАЖНОГО ЦЕХА

Швартовными испытаниями называются предварительные заводские ипытания судна, стоящего у заводской стенки на швартовах. Основная цель испытаний — проверка сборки и исправности работы главных судовых машин. Одновременно проверяют

работу всех вспомогательных механизмов и котлов, связанных с работой главных машин, а также судовых устройств и систем.

В период швартовных испытаний в качестве обязательных пунктов программы включаются: проверка безотказной работы всех судовых устройств, систем, аварийных механизмов, электро- и радиооборудования и т. д., неисправность и неудовлетворительная работа которых могут послужить причиной задержки выхода судна в море.

Некоторая трудность состоит в соблюдении определенной последовательности испытаний, с изысканием возможности их совмещения, учитывая, что достройка и монтаж судна не всегда могут протекать в последовательности, предусмотренной рабочим графиком. Поэтому порядок проведения швартовных испытаний часто определяется готовностью того или иного узла или механизма. Во всяком случае на практике при проведении швартовных испытаний всегда стремятся к возможно меньшим затратам времени. Однако добиться этого можно только при условии строгого соблюдения графика постройки и монтажа.

При проведении швартовных испытаний такелажные работы состоят в подготовке места у причала и установке судна на швартовах, помощи производственным цехам, участии в испытаниях судовых устройств, наблюдении за ходом швартовных испытаний судна и т. д.

При выборе места для проведения швартовных испытаний следует предусмотреть связь судна с берегом, тем более что испытания иногда длятся довольно долго (до нескольких недель). Выбранное место должно быть по возможности расположено вдали от других судов и обслуживаться береговым краном небольшой грузоподъемности. Кроме того, нужно, чтобы работа гребных винтов судна даже при малой мощности двигателя не оказывала разрушительного действия на близко расположенные гидротехнические сооружения (набережные, пирсы и т. д.). Если мощность механизмов велика, то швартовные испытания могут проводиться на неполную мощность двигателей.

Для проведения швартовных испытаний судно обычно устанавливают вдоль стенки (лагом), причем иногда между стенкой и судном располагают баржу. Иногда судно устанавливают кормой к стенке. В этом случае ко времени начала работы главных машин необходимо возможно дальше продвинуть судно вперед, т. е. увеличить расстояние между винтами и стенкой, чтобы ослабить действие струи, отбрасываемой гребным винтом.

Кроме того, может быть рекомендован способ установки судна носом под прямым углом к стенке. Для этого место у стенки должно быть оборудовано специальными надежными деревянными подушками по форме носовой оконечности, при работе гребных винтов судно должно плотно упираться в нее своим форштевнем.

Установка судна любым из описанных способов требует наличия вполне надежных швартовных устройств (причальные тумбы, рымы и т. д.), а на акватории — швартовных бочек и мертвых якорей. Количество и размер подаваемых на причал швартовых зависит от способа установки судна. Швартовы должны обеспечивать безопасную и надежную работу гребных винтов, причем не только в одном направлении, но и с реверсом на малых оборотах.

В случае, если ни один из описанных способов установки судна на швартовы не может быть осуществлен, проводят всю программу швартовных испытаний с отключенными гребными винтами. Для работы с включенными винтами судно выводят на открытую акваторию и устанавливают на рейдовые швартовные бочки с таким расчетом, чтобы винты могли работать в режимах, обусловленных программой испытаний.

На практике могут быть случаи, когда судно спускается на воду без винтов и в течение всего времени достройки остается без них. Тогда швартовные испытания могут проводиться без винтов, но работа судовых главных машин должна вестись полностью на всех режимах, включая и максимальные (установки судна на швартовы не требуется). Валовая линия судна, обработанная и обкатанная, должна полностью соответствовать техническим условиям. После установки гребных винтов судно может сразу же выйти на заводские ходовые испытания.

При испытаниях судна без гребных винтов практика судостроения рекомендует применение специального гидравлического тормозного устройства, надеваемого на гребной вал вместо гребного винта. Это дает возможность развивать на валу до 40% установленной мощности, что позволяет провести испытания главных машин более качественно. Совершенно необходимо применять это устройство в случаях, когда двигатели устанавливаются на судно во время его нахождения на стапеле и требуется испытать их до спуска судна на воду.

Для судна с установленными гребными винтами, проходящего швартовные испытания на плаву, особое значение имеет глубина бассейна. При выборе места для швартовных испытаний во избежание засорения донных отверстий, трубопроводов, порчи арматуры и насосов следует учитывать не только глубину воды, но и размещение кингстонов и других донных отверстий. В месте установки судна расстояние от днища до грунта должно составлять не менее трех-четырех диаметров отверстия донного кингстона судна.

Швартовные испытания начинаются почти всегда с испытания аварийных механизмов (дизель-динамо, мотопомпа и т. д.), задача которых — обеспечить безопасность стоянки судна у причала. При этом на судне должны быть предусмотрены пожарная система и система осушения трюмов.

Производится проверочное задраивание крышек, люков и дверей, а также проверка их на водонепроницаемость путем поливания струей воды из пожарного шланга. Одновременно проверяется надежность и водонепроницаемость иллюминаторов, горловин и световых люков.

Проводятся испытания осушительной, водоотливной, балластной, пожарной и санитарной судовых систем, парового отопления, водопроводов пресной, мытьевой и питьевой, а также котельной и соленой (забортной) воды. Системы проверяются по правилам и нормам Регистра СССР. Проверяются также шпигаты, вентиляция, рефрижераторы и системы переговорных труб и сигнализации по судну.

Такелажный цех выполняет все вспомогательные работы, соответствующие проведению швартовных испытаний. Что касается судовых устройств, то при испытании и сдаче такелажный цех является ответственным за их монтаж на судне и опробование в действии. То же относится и к выполнению парусных работ, а также сдаче заказчику судового шкиперского снаряжения.

Испытания судовых устройств проводят по программе, специально разработанной в соответствии с требованиями технических условий и на основании правил Регистра СССР. Испытанию подвергают якорное, рулевое, шлюпочное, спасательное, грузовое, швартовное, буксирное и другие устройства.

Проверяют все парусные работы и изделия (обносы, чехлы, брезенты, сигнальные шары и т. д.), тенты испытывают поливанием их водой. Шкиперское снабжение проверяют по ведомостям и табелю снабжения и принимают на судно полностью или частично.

Последовательность и способы испытаний судовых устройств могут изменяться лишь в деталях, оставаясь в основной своей части одинаковыми для всех морских судов как индивидуальной, так и серийной постройки.

Рассмотрим примерный порядок швартовных испытаний основных элементов судовых устройств.

Якорное устройство

Внешним осмотром проверяют:

а) компоновку якорных цепей, присоединение к цепям якорей, соединение смычек и жвака-галсов, калибр звеньев цепей, длину смычек и их количество, оборудование цепей;

б) укладку якорных цепей в цепном ящике и приспособленность ящика для самоукладывания в нем цепи;

в) привод для отдачи галса с полубака или устройство для освобождения вручную жвако-галса;

г) установку судовых якорных стопоров, а также устройств для крепления становых якорей по-походному;

д) установку ручного привода брашпиля или шпиля;

е) установку и крепление запасного станового якоря;

ж) правильность выбора места расположения и принятые способы крепления стоп-анкера, верпов и ледовых якорей.

Испытывают:

а) действие основного якорного устройства — травлением и подъемом обоих становых якорей, а затем отдачей их со стопора с места хранения с поочередным отрывом от грунта каждого в отдельности и обоих вместе. При этом проверяют работу брашпиля, укладку звеньев цепи на звездочку, затягивание якорей в якорные клюзы и т. д.;

б) подъемом одного якоря (без отрыва от грунта) ручным приводом — розмахами (коромыслами) на брашпиле и вымбовками на шпиле.

Дополнительное кормовое якорное устройство (если оно имеется на судне)

Внешним осмотром проверяют:

а) соединение смычек;

б) крепление по-походному основного и запасного якорей;

в) установку стопора.

Испытывают: действие кормового якорного устройства — отдачей и подъемом кормового якоря.

Рулевое устройство

Внешним осмотром проверяют:

а) схему проводки и узлы соединения штуртроса (валиковая передача, прутковые тяги, штуртросовые цепи и участки стального штуртроса);

б) амортизаторы, сектор (румпель), ограничители, тормоз, стопор и другие элементы привода (в зависимости от системы рулевого привода, механической его части, а также рулевой машины);

в) оборудование румпельного отделения и устройство для заводки на место румпель-талей.

Испытывают:

а) действие рулевого устройства — работой рулевой машины в течение двух часов (непрерывной равномерной перекладкой руля с борта на борт, причем за время испытаний в качестве обязательной производится резкая перекладка руля с борта на борт не менее 10, но не более 20 раз);

б) переключение штурвала на верхний мостик. Проверяется управление рулевой машиной и рулем при помощи телепередачи с верхнего мостика (при продолжительности этих испытаний в пределах 15—30 мин.);

в) отключение телепередачи. Проверяется работа рулевой машины при помощи механического привода или других приспособлений;

г) действие рулевого устройства при помощи дублирующих средств рулевой машины, если они предусмотрены в конструкции;

д) переключение рулевого устройства на ручной привод. При этом проверяется время перехода на ручное управление и действие рулевого устройства от ручного привода;

е) показания аксиометров и указателей положения пера руля во время проведения всех указанных выше испытаний (допускается расхождение указателей не более чем на один градус, причем при нулевом положении руля показания аксиометров должны совпадать);

ж) действие ограничителей перекладки руля на борт во время проведения испытаний;

з) действие рулевого тормоза во время работы устройства;

и) действие стопоров руля во время работы устройства.

Шлюпочное устройство

Внешним осмотром проверяют:

а) все детали шлюпочного устройства, вооружения, снабжения и крепления спасательных шлюпок, а также спасательных и разъездных катеров (если они имеются).

Испытывают:

а) шлюпки и катера — на отсутствие водотечности;

б) шлюпбалки, их такелаж, шлюпочные тали, гаки и т. д. — на прочность. Испытание производят путем загрузки шлюпок и катеров балластом в количестве 25% от веса шлюпки и кроме того, балластом, превышающим на 25% суммарный вес снабжения и людей, вмещающихся в шлюпку. В подвешенном состоянии каждая нагруженная шлюпка или катер должны выдерживаться в течение 5 мин.

Примечания.

1. Подъем из воды порожней шлюпки должен производиться с помощью шлюпочной лебедки, а при ее отсутствии — вручную или с помощью соседних грузовых лебедок, на которые разносятся лопари талей. То же относится к катерам.

2. Во время испытаний проверяют зазор между шлюпкой и бортом судна.

3. Все моторные катера и шлюпки испытываются еще на ходу под моторами обычно в продолжение 2—3 часов и в соответствии с техническими условиями и требованиями заказчика.

Спасательное устройство (спасательные приборы)

В дополнение к спасательным шлюпкам на морских судах имеются специальные спасательные средства (спасательные плоты, спасательные скамейки и т. д.). Проверка их и испытания производятся в соответствии с техническими условиями и ГОСТ:

1) спасательные плоты и скамейки испытывают на прочность сбрасыванием в воду с высоты палубы, на которой они установлены;

2) при испытании на плаву они должны выдерживать груз, равный суммарному весу снабжения и числа людей, которые могут быть приняты;

3) спасательные плоты и скамейки не должны опрокидываться на плаву при подвешивании к ним с одной стороны груза (на каждые 0,3 *пог. м* длины по 6,8 *кг*);

4) от каждой партии спасательных кругов и нагрудников испытывают по два образца, которые после проверки на прочность испытывают на плавучесть, для чего их загружают балластом из расчета 7,5 *кг* для нагрудников и 14,5 *кг* для круга с пребыванием в пресной воде в течение 24 час.

Грузовое устройство

Грузовое устройство подвергается испытаниям в зависимости от его конструкции. Порядок испытаний грузового устройства со стрелой следующий:

1) испытывают грузовые лебедки без нагрузки в течение 30 мин.;

2) грузовое устройство испытывают статически путем подвешивания к грузовому гаку на 30 мин. пробного груза весом, превышающим на 25% рабочую нагрузку;

3) производят динамические испытания — двухкратный подъем и опускание пробного груза весом, превышающим на 10% рабочую нагрузку. При этом грузовая стрела должна быть вынесена за борт;

4) производят 30-кратный подъем и опускание рабочего груза и 15-кратный подъем и опускание половины рабочего груза;

5) при испытании под рабочей нагрузкой проверяют действие ленточных тормозов лебедки внезапной остановкой груза (не более пяти раз на каждую лебедку);

6) при динамическом испытании определяют скорость подъема груза, а также величину вылета стрелы за борт (при наклоне стрелы, соответствующем расположению грузового гака на $^1/_2$ или $^2/_3$ длины грузового люка).

После испытания грузового устройства производится разборка и осмотр грузового и направляющих блоков, остальные детали устройства осматриваются без снятия их с места. Разборка грузовых лебедок производится по указанию приемной комиссии.

К испытаниям грузового устройства относится также проверка; а) крепления стрел по-походному; б) закрытия и открытия люков — постановка и уборка трюмных бимсов, покрытие брезентами, заведение закладных шин с клиньями, постановка съемных штормовых шин поверх брезентов.

Предварительным внешним осмотром и последующим испытанием в действии проверяются и все остальные устройства.

В период швартовных испытаний такелажный цех ответственен за обеспечение безопасности судна при работе гребных винтов. Для проверки действия реверсивного устройства судна производят многократные изменения направления вращения гребных винтов, что небезопасно как для самого судна (в случае разрыва швартовных тросов), так и для гребных винтов (при ударе их по плаваю-

щим топлякам, легко подтягивающимся под действием струи воды от работающих винтов). На мостике судна находится обычно дежурный капитан такелажного цеха, который согласовывает последовательность испытательных операций и руководит ими. Кроме того, безопасность обеспечивается постоянным наблюдением со специальной дежурной шлюпки, экипаж которой следит за охраной винтов от топляков и других плавающих на воде предметов.

До выхода судна в море на ходовые испытания завод-строитель должен сдать заказчику всю техническую документацию (формуляры, описания, инструкции по управлению механизмами, чертежи, таблицы и т. д.), необходимую в морском плавании как справочный материал.

§ 64. ОПЫТНОЕ КРЕНОВАНИЕ СУДНА

У каждого построенного судна, а при серийной постройке — каждого головного судна, до поступления его в эксплуатацию должна быть опытным путем проверена остойчивость.

Проверка должна подтвердить, что судно удовлетворяет нормам остойчивости, предъявляемым Регистром СССР к любому морскому судну. Нормы, различные в зависимости от типа судна, обеспечивают его безопасность от опрокидывания на взволнованной поверхности моря. Теоретически при опытном кренovании достаточно дать судну поперечное наклонение (крен на самый небольшой угол, практически составляющий около 1°). Этот угол должен быть точно замерен путем ряда последовательных наклонений судна на правый и левый борта, для чего требуется перемещать с одного борта на другой груз, называемый крен-балластом. Перед опытным кренованием этот груз тщательно взвешивается, причем величина его для обычного судна составляет около 1% от водоизмещения, т. е. зависит от размеров судна.

В редких случаях удается в качестве крен-балласта использовать цистерны (бортовые) с перекачиваемой с борта на борт забортной водой. Обычно крен-балласт представляет собой твердый груз, для перемещения которого привлекаются работники такелажного цеха. Опытное кренование судна производится на акватории завода перед сдачей готового судна заказчику. Судно отводится в защищенное место, где оно может находиться на якорь-цепи или швартовах. В момент записывания всех показаний приборов швартовы должны быть ослаблены. Кроме того, на судне в это время не должно иметься переливающихся жидких грузов (цистерны, имеющие такой груз, должны быть запрессованы). Руководит опытным кренованием инспектор Регистра СССР через уполномоченного представителя заводоуправления (обычно им является сдаточный капитан судна).

Твердый крен-балласт в виде мешков с песком, чугунных чушек и т. д. перемещается на верхней палубе попеременно

с одного борта на другой в отмеченные на каждом борте места. Для перемещения крен-балласта большого веса применяют краны.

§ 65. ХОДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ И УЧАСТИЕ В НИХ ТАКЕЛАЖНОГО ЦЕХА

Цель ходовых испытаний — проверка ходовых и маневренных качеств готового судна, надежности работы главных и вспомогательных механизмов и их экономичности. Кроме того, окончательно испытываются механизмы и устройства, которые не могли быть принятыми при швартовных испытаниях вследствие необходимости проверки их работы во время хода судна. При испытании маневренных качеств судна проверяют механизмы и устройства, служащие для их управления. Наряду с этим проверяют мореходные и тактические качества судна.

Испытания судна на ходу разделяют на два этапа: заводские ходовые испытания и официальные сдаточные ходовые испытания. Такое разделение имеет целью максимально изучить и проверить тактико-технические свойства судна на предварительных заводских ходовых испытаниях и вместе с тем свести до минимума продолжительность официальных испытаний. При заводских испытаниях тщательно проверяется действие всех механизмов и устройств в условиях их нормальной эксплуатации на разных режимах с таким расчетом, чтобы при официальных сдаточных испытаниях можно было уменьшить объем программы, исключив из нее второстепенные работы.

Продолжительность заводских испытаний зависит от типа судна. Объем работ устанавливается программой испытаний.

При ходовых испытаниях расход топлива на разных режимах определяют специальными замерами или мерной тарой, причем марки топлива должны соответствовать нормативным требованиям.

На различных режимах работы определяют мощность механизмов, число оборотов вала и другие эксплуатационные показатели этих механизмов.

Подготовка ходовых испытаний. При подготовке судна к выходу в море на ходовые испытания нужно укомплектовать сдаточную команду.

В обязанности завода-строителя входит не только постройка судна и сдача его в соответствии с условиями договора, но также и ознакомление личного состава с управлением судна. В зависимости от специальности матросов и старшин их включают в рабочие команды и бригады по управлению и обслуживанию устройств и механизмов судна.

До выхода в море вся команда должна быть проэкзаменована. При этом ставится следующая задача: за время ходовых испытаний команда должна быть так хорошо подготовлена, чтобы официальные испытания можно было проводить при небольшом

числе заводских рабочих, а заключительный контрольный выход судна осуществить только под руководством одного заводского механика и нескольких бригадиров по специальностям.

Во время ходовых испытаний за управление судном и его безопасностью в море отвечает сдаточный капитан или капитан судна. Организация службы на судне во время ходовых испытаний осуществляется в соответствии с Кодексом торгового мореплавания (КТМ) и на основе Устава службы на судах морского флота СССР.

Сдаточные команды судна могут быть сформированы по различным схемам. При аварийном состоянии судна (пожар, пробоина, столкновение и т. д.) весь экипаж, состоящий из команды судна и команды завода, находится под началом заводского капитана или капитана судна. Аварийное расписание составляется сдаточным капитаном совместно с ответственным сдатчиком завода. Проверку знаний по аварийным расписаниям сдаточный капитан производит по боевой, водяной или пожарной тревогам, которые проводятся систематически сразу же после выхода судна в море.

До выхода судна с завода следует произвести пожарную и водяную тревоги, в которых должны принять участие и рабочие завода, входящие в сдаточную команду.

На время сдачи судна завод-строитель назначает ответственного сдатчика, который является полномочным представителем завода.

Для осуществления наблюдений, необходимых при проведении режимов ходовых испытаний, на судне комплектуется испытательная группа ОТК завода, которая работает согласованно с ответственным сдатчиком судна и в обязанности которой входит заполнение журналов испытаний.

В помощь ответственному сдатчику назначают старшего инженера-механика со штатом вахтенных механиков, бригадиров и рабочих по управлению механизмами.

Завод должен предоставить удобное место для стоянки сдаваемого судна, обеспечить удобную и быструю погрузку топлива и прием пресной воды.

Во время ходовых испытаний на заводе рекомендуется иметь группу ремонтных рабочих различных специальностей, которая непосредственно не участвует в ходовых испытаниях, но по прибытии судна на базу выполняет необходимые ремонтные работы.

Связь между судном и заводом осуществляется с помощью буксиров, которые подходят к судну ко времени его возвращения, доставляя все необходимое.

Проведение ходовых и сдаточных испытаний. Заводские ходовые испытания проводят по программам, подобным программам официальных испытаний, но с иной продолжительностью отдельных видов испытаний. В пе-

речень обязательных режимов во время заводских ходовых и официальных сдаточных испытаний включаются испытания: а) на экономический ход; б) на крейсерский ход; в) на полный и максимальный форсированный ход; г) на задний ход; д) механизмов управления судном и проверка циркуляции судна на различных ходах; е) на реверс с полного переднего хода на задний и обратно; ж) на различные скорости хода судна; з) специальных устройств.

Ходовые испытания должны проводиться на так называемой мерной линии. Мерной линией называется расстояние (точно измеренное и отмеченное специальными знаками на берегу или воде), на котором совершаются пробеги судна. На берегу мерная линия обозначается створными знаками. Морское дно на протяжении пробега судна должно быть по возможности ровным, а судно должно идти курсом, параллельным мерной линии.

По результатам испытаний строят кривые зависимости скорости хода судна и мощности его механизмов или числа оборотов и мощности.

Для проверки маневренности проводится «циркуляция» судна на полном переднем ходу с перекладкой руля на правый и левый борт. Необходимо знать инерцию судна, которая определяется переходом с полного переднего хода на полный задний, причем во время испытаний отмечается момент реверса главной машины, момент остановки судна и расстояние, пройденное за этот промежуток времени. Знание инерционных качеств судна необходимо судоводителю при швартовках и расхождениях судов.

Испытание судовых устройств во время ходовых испытаний заключается в проверке их работы на ходу судна. Для проверки работы рулевого устройства производится перекладка руля на полном переднем ходу.

Отмечается время перекладки руля от среднего положения на правый борт, и обратно в среднее положение, а также на левый борт и обратно.

На полном заднем ходу проверяется продолжительность перекладки руля с борта на борт.

Определяется время, затрачиваемое на переход с механического управления рулем на ручное, и обратно, а также число рабочих, необходимое для управления рулем вручную.

Якорное устройство испытывается на глубине 80 *м* с отрывом якоря от грунта. Отдачу и подъем якорей производят при этом с помощью шпиля или брашпиля, причем одновременно проверяют работу ленточных стопоров.

Ручной привод испытывают подъемом одного якоря с глубины 80 *м* без отрыва его от грунта.

При наличии кормового якорного устройства производят испытание на отдачу и подъем якоря с глубины 80 *м* с отрывом якоря от грунта. Определяют скорость выбирания якоря.

Швартовные барабаны (турачки), брашпили и швартовные лебедки испытывают при швартовках судна.

Ведутся наблюдения за работой сигнальных устройств, судовых систем (пресной и соленой воды, фановой, шпигатной, сточной и т. д.), вентиляции, оборудования камбузов, бань, душей, ванн и т. д.

После окончания официальных сдаточных испытаний производится ревизия и осмотр механизмов по ведомости, составленной приемной комиссией во время ходовых испытаний. По мере окончания работ по вскрытию механизмов и полной подготовки к сдаче судно заселяется штатным экипажем.

По положению такелажный цех должен сдать администрации судна снабжение, а с судна снять все нештатные швартовы и детали к ним, а также имущество завода-строителя.

По окончании ревизии механизмов судно выходит на контрольный пробег продолжительностью несколько часов плавания на полной скорости.

Завершением постройки и испытаний судна является составление приемно-сдаточного акта — документа государственного значения, после чего оно передается команде заказчика. Производится подъем флага.

Все работы, не предусмотренные договором, необходимость которых установлена в процессе испытаний, относятся к гарантийному периоду и производятся по особым договорам между заводом и заказчиком.

Судно уходит в первое плавание, имея на борту гарантийного механика — представителя завода для наблюдения за правильностью эксплуатации судна и работой его механизмов.