

Е. И. ЮХНИН

---

**Якорное,  
швартовное  
и  
буксирное  
устройства  
судов**



С.-Петербург  
„Судостроение“  
1992

ББК 39.42

Ю94

УДК 629.12.015 + 629.124.1.013

Рецензент С. П. Абрамов

Юхнин Е. И.

Ю94 Якорное, швартовное и буксирное устройства судов. – СПб:  
Судостроение, 1992. – 128 с., ил.

ISBN 5-7355-0466-5

В книге изложены методики расчетов и выбора конструктивных элементов и конструктивных решений взаимно связанных между собой якорных, швартовных и буксирных устройств судов различных классов. Даны рекомендации по снижению массы указанных устройств, составляющих суммарно около 2–4 % водоизмещения судна.

Книга предназначена для конструкторов и технологов судостроительных конструкторских бюро и для плавсостава судов. Она может быть полезна студентам и преподавателям кораблестроительных институтов, техникумов и училищ.

Ю 2705140300-021 КВ 17-98-92  
048(01)-92

ББК 39.42

© Е. И. Юхнин, 1992

© Оформление художника  
Ю. Н. Васильева, 1992

ISBN 5-7355-0466-5

Перед работниками морского, речного, промыслового и технического флота стоит задача – увеличить количество перевозимых грузов водным транспортом, ускорить оборачиваемость судов и снизить себестоимость перевозок. Для ее выполнения большое значение приобретает правильная организация времени стоянки судов и уменьшение времени, затрачиваемого на их маневрирование.

Суда останавливаются в море, на рейде или у причалов для приятия пассажиров, грузов, горючего, продуктов, технических средств и т. д. Поэтому они не только должны обладать мореходными качествами, но и обеспечивать стоянку, буксировку и маневрирование. Указанные операции могут быть осуществлены с наименьшими затратами времени при наличии совершенных якорных, буксирных и швартовых устройств. Эти устройства, выполняя различные функции, неразрывно связаны между собой условиями эксплуатации. Минимальная масса, надежность, быстрота работы указанных устройств достигаются их комплексным проектированием и правильной эксплуатацией.

Настоящая книга содержит практические рекомендации по производству, эксплуатации и проектированию якорных, буксирных и швартовых устройств. В ней систематизирован материал, накопленный за многолетний период эксплуатации названных устройств и учтены требования действующих в настоящее время нормативных документов (Правил Регистра СССР, ГОСТов и ОСТов).

## ЯКОРНОЕ УСТРОЙСТВО

### § 1. Общая характеристика якорных устройств

Одним из ответственных устройств на судне является якорное устройство, предназначенное для постановки судна на якорь, удержания его на месте во время стоянки вне береговых причалов и для снятия с якоря. От его состояния нередко зависят безопасность людей, сохранность судна и груза. Неисправность якорного устройства или несоответствие его нормам может привести к срывам судов с якорей, выбрасыванию судов на берег, столкновениям судов и т. д.

Якорное устройство представляет большой интерес для конструкторов-кораблестроителей, особенно легких быстроходных судов, поскольку масса только одних якорей и цепей доходит до 4,6 % водоизмещения судна без учета массы палубных механизмов, якорного устройства, клюзов, стопоров и цепных ящиков (рис. 1).

Масса якорного устройства сконцентрирована в оконечностях судна и существенно увеличивает изгибающий момент в положении судна на вершине волны, поэтому снижение массы якорного устройства приводит к снижению действующих напряжений в корпусе судна.

Анализ нагрузок масс современных быстроходных судов водоизмещением от 1000 до 8000 т показывает, что суммарный вес носовых якорных устройств (без учета запасных якорей и цепей) колеблется

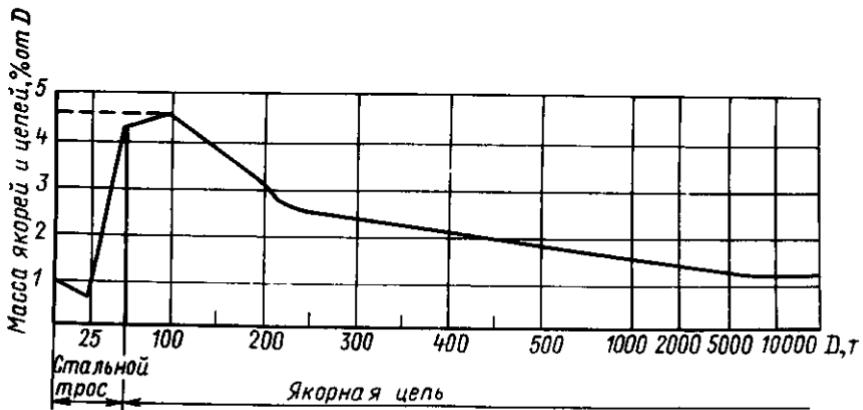


Рис. 1. Масса якорей и цепей в зависимости от водоизмещения судна

в пределах 55–100 т или 1,0–1,5 % стандартного водоизмещения. Указанная масса не учитывает массы выгородок и настила полов цепных ящиков, фундаментов и подкреплений под шпили, стопоры, направляющие ролики, с учетом которых масса якорного устройства будет составлять около 2 % водоизмещения.

На малых быстроходных судах и катерах, которые строят большими сериями, масса якорных устройств достигает 4,0–4,6 % от стандартного водоизмещения.

В суммарную массу якорного устройства входят масса якорей (9,5–14,5 %, в среднем 12 %), масса якорных цепей (39,5–53 %, в среднем 46 %), масса якорных клюзов, труб, проходящих в цепные ящики (зашивка цепных ящиков деревом составляет в среднем 13 %), масса шпилей (около 23 %) и масса прочих деталей якорных устройств (фертоингов, цепных стопоров, деталей дистанционной отдачи якорей – около 6 %).

*Примечание.* В указанные массы включены массы только становых якорей. Масса запасных якорей с запасными канатами, веролов и ледовых якорей не учтены.

Из приведенных данных следует, что от 50 до 60 % массы якорного устройства падает на массу якорей и якорных цепей.

В настоящее время существует два противоречащих одно другому мнения о массе якорного устройства. Многие капитаны судов и катеров считают желательным увеличить массу якорей, калибр и длину якорных цепей для обеспечения надежной стоянки на якоре в любую погоду, на любом грунте и в любом районе моря. Второе мнение составляет точка зрения конструкторов, которая сводится к тому, что при наличии на судне нескольких главных двигателей и гребных винтов, даже в экстремальных условиях, обеспечивается безопасность судна работающими главными двигателями. Обе точки зрения имеют право на существование, однако практически не представляется возможным обеспечить стоянку на якоре в любую погоду, на любом грунте и на любой глубине.

Новейший пассажирский лайнер „Нью Стейтс” с очень развитыми надстройками (с большой парусностью) имеет в носу один якорь массой 250 кг, который по сути является декоративным (такой же якорь можно видеть в кокарде на фурражках моряков). Удержать судно, подобное лайнеру „Нью Стейтс”, в свежую погоду на якорях практически невозможно.

Некоторые английские суда на воздушной подушке вовсе не имеют якорных устройств.

Длина якорных цепей на большинстве судов водоизмещением от 3000 до 8000 т принята 300–350 м, на малых судах и катерах длина якорной цепи 150–200 м. При этих длинах якорных цепей стоянка на якоре может быть обеспечена при глубине моря, равной длине цепи, поделенной на 2,5 или равной 100–120 м для больших судов и 50–60 м для малых быстроходных судов и катеров.

Для сторожевых судов, у которых стоянка на якоре в заданном квадрате моря может быть длительной, увеличение длины якорной

цепи целесообразно, так как оно повышает держащую силу якорного устройства и поглощает (уменьшает) кинетическую энергию рывков судна при качке.

В целях экономии массы якорного устройства на некоторых судах практикуют установку якорных цепей различной длины. Например, на одном из новейших судов принята длина якорной цепи: для левого якоря 175 м, для правого – от 275 до 350 м.

Якорное устройство состоит из якоря, якорного каната, из цепи или троса, приспособлений для отдачи и подъема якоря, для хранения и крепления якоря и якорного каната по-походному.

К якорному устройству предъявляются следующие требования:

1. Обеспечение надежной стоянки судна на якоре при возможном совместном действии на него ветра, течения воды и волн.

2. Возможность быстрой отдачи якоря и травления якорного каната на желаемую глубину.

3. Надежное закрепление на судне вытравливаемого якорного каната в любое время.

4. Возможность быстрого снятия судна с якоря и подъема якоря на судно.

5. Надежность уборки и крепления якоря по-походному.

В практике эксплуатации судов бывают следующие частные случаи постановки судна на якорь:

1. Стоянка судна в тихую погоду. Она чаще всего производится на одном якоре или на двух носовых якорях (с обоих бортов), называемых становыми якорями.

2. Постановка судна на якорь с кормы дополнительно к становым якорям. Она производится для сохранения определенного положения судна при изменении направления ветра или течения воды. Для речных судов, идущих вниз по течению, практикуется стоянка на одном кормовом якоре.

3. Стоянка судна на двух становых якорях. Она производится, когда якорные цепи по выходе из клюзов стягиваются фертоинговой скобой. Этот способ применяется для ограничения места, занимаемого каждым судном на акватории порта, при одновременной стоянке многих судов.

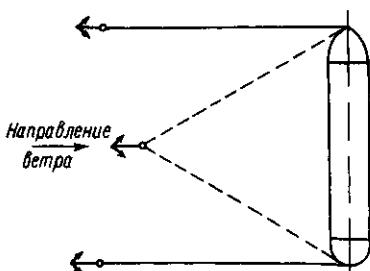


Рис. 2. Варианты стоянок судов лагом к ветру на одном или двух якорях

4. Стоянка судна лагом к ветру (рис. 2). Она осуществляется при грузовых операциях на открытом рейде (с подветренной стороны) или в тропиках для лучшего проветривания помещений.

К якорям предъявляются следующие требования:

1. Конструктивные элементы якоря должны обеспечивать ему наибольшую держащую силу при данных волнении моря и силе ветра.

2. Якорь должен быстро входить в любой грунт.

3. При подъеме якорь должен легко отделяться от грунта.

4. Якорь должен быть компактным и удобным для уборки и хранения по-походному.

5. Якорь должен быть технологически простым в изготовлении.

6. Якорь должен повторно входить в грунт после срывов, а также допускать протаскивание по грунту при маневрировании судна.

Существующую систему якорей составляют четыре основные группы: первая группа включает якоря со штоком, зарывающиеся в грунт одной лапой; вторая группа содержит втяжные якоря без штока с поворотными лапами, зарывающиеся в грунт двумя лапами; третья группа объединяет новые якоря повышенной держащей способности – катерные, конструкции Матросова, Шедлинга и др.; четвертая группа предусматривает промежуточные типы якорей и специальные якоря.

## § 2. Якоря первой группы

Адмиралтейский якорь (рис. 3 и табл. 1) обладает большой держащей силой по сравнению со всеми применяемыми в настоящее время стандартными якорями. Якорь устойчиво держит судно на всех видах грунта.

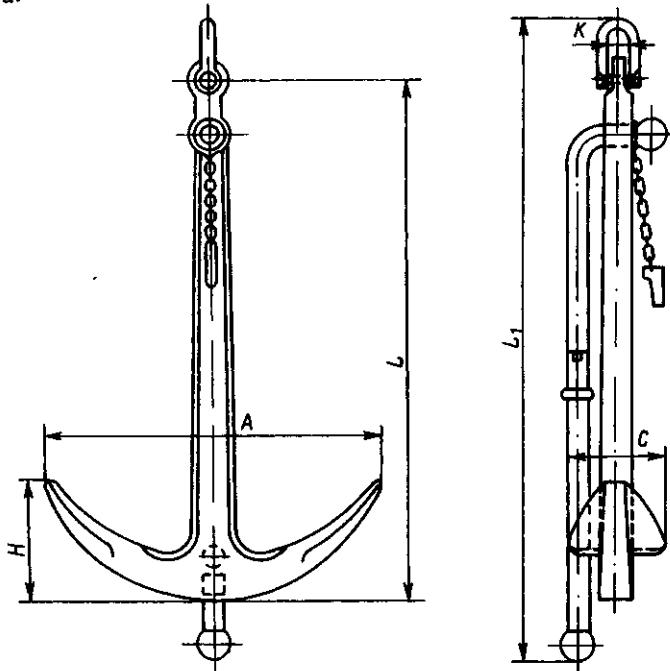


Рис. 3. Адмиралтейский якорь

Таблица 1. Характеристика якорей адмиралтейского типа

Масса якоря, кг	<i>C</i> , мм	<i>A</i> , мм	<i>L</i> , мм	<i>L</i> <sub>1</sub> , мм	<i>H</i> , мм
10	105	445	530	667	135
15	120	490	615	784	155
20	135	520	685	870	170
30	155	565	785	1015	192
50	185	635	960	1205	230
75	210	710	1105	1365	265
100	230	780	1215	1498	293
125	245	840	1310	1605	315
150	265	900	1395	1680	335
200	290	990	1535	1836	370
250	310	1065	1650	1978	398
300	330	1105	1755	2110	423
400	365	1240	1930	2346	465
500	390	1335	2080	2528	500
700	440	1500	2330	2810	560
1000	495	1685	2620	3145	633
1250	535	1810	2825	3378	680
1500	565	1955	3000	3535	725
2000	625	2140	3300	3860	797
3000	715	2415	3780	4390	912

Недостатком адмиралтейского якоря является трудность его уборки и крепления по-походному из-за наличия длинного штока и торчащих лап. Уборка адмиралтейского якоря требует применения специальных дополнительных приспособлений (кат- и фишбалок), вызывает большую затрату времени и потребность в дополнительной рабочей силе.

В местах стоянки судов за верхнюю, выступающую над грунтом лапу могут запутываться якорные канаты соседних судов, а при отливах и на мелководье выступающая над грунтом лапа представляет опасность для проходящих мимо судов. Кроме того, приготовленный к отдаче адмиралтейский якорь находится за бортом и представляет собой угрозу корпусу судна при соприкосновении с другим судном или портовыми сооружениями.

Указанные недостатки ограничивают применение адмиралтейского якоря на крупнотоннажных судах, и в настоящее время он применяется преимущественно на речных судах, имеющих бушприт, катерах, яхтах, а также в качестве верпов и запасных якорей.

Проведенные сравнительные испытания якорей показали, что адмиралтейский якорь обладает удельной держащей способностью (держащая сила, отнесенная к массе), равной четырем—восьми массам якоря, и надежно работает на грунтах всех разновидностей. Сущест-

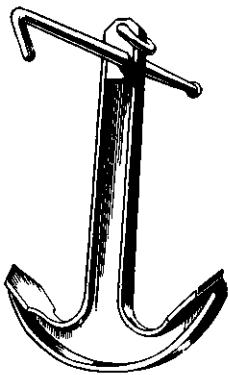


Рис. 4. Якорь типа КБР

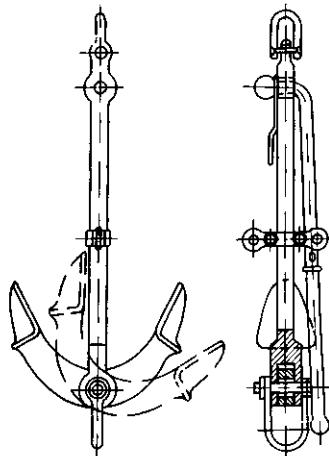


Рис. 5. Якорь Тротмана

вующее мнение о том, что держащая сила адмиралтейского якоря равняется его 12–15 массам, следует считать завышенным. В илистом грунте, вследствие малой площади лап, адмиралтейский якорь обладает равной или даже несколько меньшей держащей силой, чем держащая сила якоря типа Холла.

Существует несколько разновидностей якоря адмиралтейского типа.

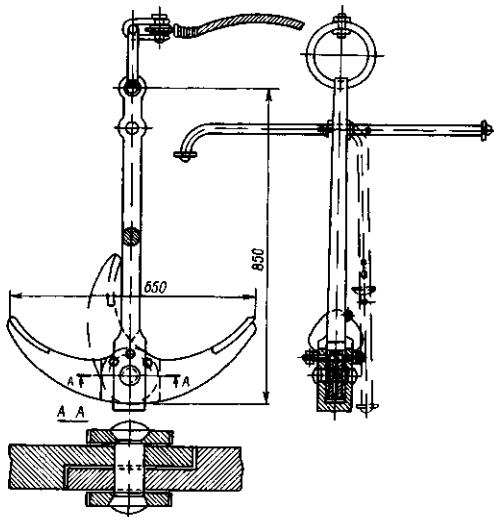


Рис. 6. Якорь со складными лапами

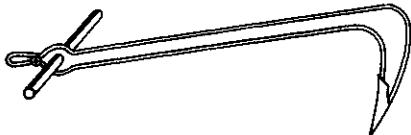


Рис. 7. Однолапый якорь

**Якорь типа КБР** (рис. 4) аналогичен адмиралтейскому, но имеет тавровый профиль и сварное исполнение. Держащая сила этого якоря несколько меньше, чем держащая сила адмиралтейского литого якоря.

**Якорь адмиралтейского типа с вращающимися лапами** (якорь Тротмана) (рис. 5). Преимущество этого якоря перед адмиралтейским заключается в том, что его верхняя лапа прижимается к веретену, благодаря чему за нее не может запутываться якорный канат. Кроме того, якорь не представляет опасности для проходящих над ним судов.

К недостаткам якоря с вращающимися лапами следует отнести:

ненадежность соединения лап с веретеном с помощью одного болта;

меньшая, чем у адмиралтейского якоря, держащая сила;

якорь плохо забирает и плохо держит судно на твердом грунте;

возможность ушибов людей вращающимися лапами при уборке якоря.

Этот якорь применяется главным образом на мелких парусниках и речных судах.

Дальнейшим развитием якоря адмиралтейского типа является якорь со складными лапами, облегчающими его укладку и хранение по-походному, но осложняющими его отдачу (рис. 6). Якорь этой модификации малой массы широко применялся на быстроходных катерах вследствие своей компактности и удобства хранения по-походному.

**Однолапый якорь** применяется на судах технического флота в качестве становых и папильонажных якорей. Однолапый якорь напоминает адмиралтейский, но имеет только один рог, несколько увеличенный по сравнению с рогами якоря адмиралтейского типа (рис. 7). Однолапый якорь применяется также при длительной стоянке плавучих средств типа дебаркадеров, плавучих доков, бонов и т. д. Однолапый якорь по сравнению с адмиралтейским якорем обладает большей держащей силой, благодаря чему обеспечивается перемещение землечерпательных караванов во время их работы.

### § 3. Якоря второй группы

Ко второй группе относятся более 100 запатентованных разновидностей якорей. Преимуществом якорей этого типа перед якорями адмиралтейского типа является простота уборки и отдачи, так как они целиком втягиваются в клюз, не требуя для этого специальных приспособлений вроде бушприта, кранбалок, фиш- и катбалок. При разработке их конструкций стремились создать якорь, зарывающийся

в грунт двумя широко расставленными лапами, считая, по-видимому, что благодаря этому он будет обладать большей держащей силой. Поэтому все втяжные якоря по своей форме мало отличаются один от другого, их различие заключается в частичных видоизменениях форм приливов, способствующих первоначальному зарыванию якоря в грунт.

Предположение, что якорь должен хорошо зарываться в грунт одновременно обеими лапами, а тем более, если они широко расставлены, не подтверждается сравнительными испытаниями якорей.

Испытания показали, что при широко расставленных лапах, которые встречают неодинаковое сопротивление в грунте, вокруг лап, воспринимающей большее сопротивление грунта, создается опрокидывающий, выворачивающий из грунта якорь момент. При этом вторая лапа выходит из грунта, якорь переворачивается и перестает держать судно, до тех пор пока снова не зарывается в грунт. Особенно часто это

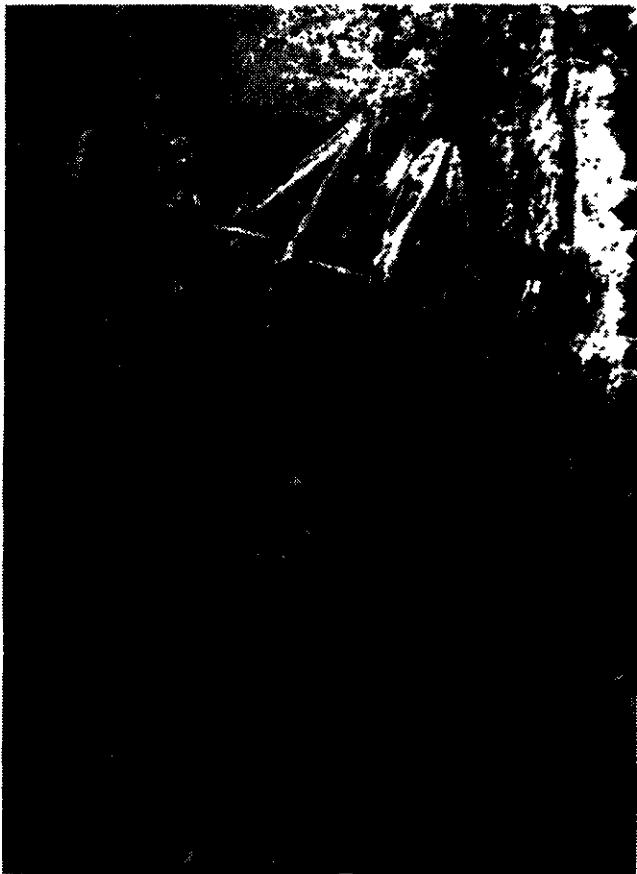


Рис. 8. Поведение якоря Матросова при протаскивании

наблюдается на песчано-каменистых и мелкокаменистых грунтах, на которых якорь, почти не задерживаясь, буксируется, переворачиваясь вокруг собственной оси с боку на бок (рис. 8). Этот недостаток заметно проявляется при различных маневрах, связанных с изменением направления натяжения якорного каната.

Ниже приведены описание и конструктивная характеристика некоторых, только наиболее распространенных бесштоковых якорей.

**Якорь типа Холла** (рис. 9 и табл. 2) в настоящее время получил наиболее широкое распространение и в нашей стране. Держащая сила этого якоря меньше, чем держащая сила адмиралтейского якоря, на всех грунтах, кроме илистого, и составляет около трех-четырех масс якоря. Широкое распространение якоря типа Холла объясняется небольшим количеством его деталей, достаточно большими зазорами во вращающихся частях, почти исключающими возможность заедания или заклинивания.

Якорь типа Холла состоит из четырехгренаного или круглого веретена и лап, отливаемых за одно целое с трендом. Веретено соединяется с лапами, проходя через отверстие в тренде, с помощью болта, выполняющего роль цапф. Для удержания болта в специальных полукруглых гнездах перпендикулярно к нему вставлены два болта.

Тренд имеет приливы, способствующие быстрейшему вхождению лап в грунт и ограничивающие угол отклонения лап до  $40-45^\circ$ , увеличивая держащую силу якоря. Упав плашмя на грунт, якорь своим нижним приливом входит в грунт. При натяжении якорного каната лапы поворачиваются книзу и забирают грунт.

Якорь типа Холла, лежащий на грунте, опасности для проходящих судов не представляет: якорные цепи не запутываются.

Якорь типа Холла не требует особых приготовлений к отдаче; он просто и быстро втягивается в клюз, не мешая швартовке судна.

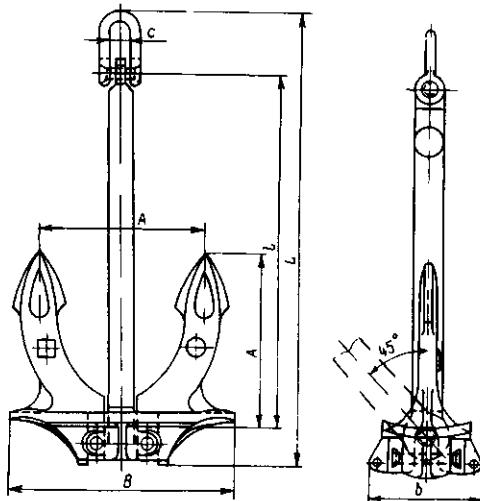


Рис. 9. Якорь Холла

Таблица 2. Характеристика якорей Холла (см. рис. 9)

Масса якоря, кг	A, мм	B, мм	l, мм	L, мм	b, мм	c, мм
100	410	584	825	1055	270	37
150	470	670	945	1206	308	42
200	520	736	1040	1330	340	46
250	560	796	1120	1437	366	50
300	595	844	1190	1533	388	56
350	625	890	1250	1600	408	56
400	650	930	1310	1687	428	61
450	675	970	1360	1743	444	61
500	700	1000	1410	1825	460	67
600	745	1060	1500	1925	490	67
700	785	1120	1580	2039	516	74
800	820	1170	1650	2117	540	74
900	855	1220	1720	2219	560	80
1000	885	1260	1780	2285	580	80
1250	955	1360	1910	2461	624	86
1500	1015	1450	2030	2594	664	91
1750	1070	1520	2140	2752	700	96
2000	1120	1590	2240	2863	632	100
2250	1160	1650	2330	2998	760	105
2500	1200	1710	2410	3087	788	108
3000	1275	1820	2560	3282	836	115
3500	1345	1920	2700	3436	880	120
4000	1400	2000	2820	3590	920	125
4500	1455	2080	2940	3730	956	130
5000	1510	2150	3050	3882	992	135
6000	1610	2290	3230	4084	1056	143
7000	1695	2410	3400	4212	1112	150
8000	1770	2520	3560	4480	1160	157
9000	1840	2620	3690	4750	1210	165
10 000	1910	2710	3830	4900	1250	180

Примечание. Основной материал, из которого изготавливают вес якоря Холла, — сталь.

Легкость разборки дает возможность в случае необходимости без особого труда заменять отдельные детали якоря. На рис. 10 изображен якорь типа Холла с укороченным веретеном (табл. 3).

В послевоенные годы (после 1950 г.) во многих странах интенсивно усовершенствовалась конструкция якорей типа Холла с повышенной держащей способностью.

На судах английского флота получил распространение якорь с поворотными лапами, изображенный на рис. 11. Он отличается от якоря Холла тем, что вместо болта, соединяющего веретено с лапами, в нем установлен шаровидный шарнир, позволяющий лапам разворачиваться

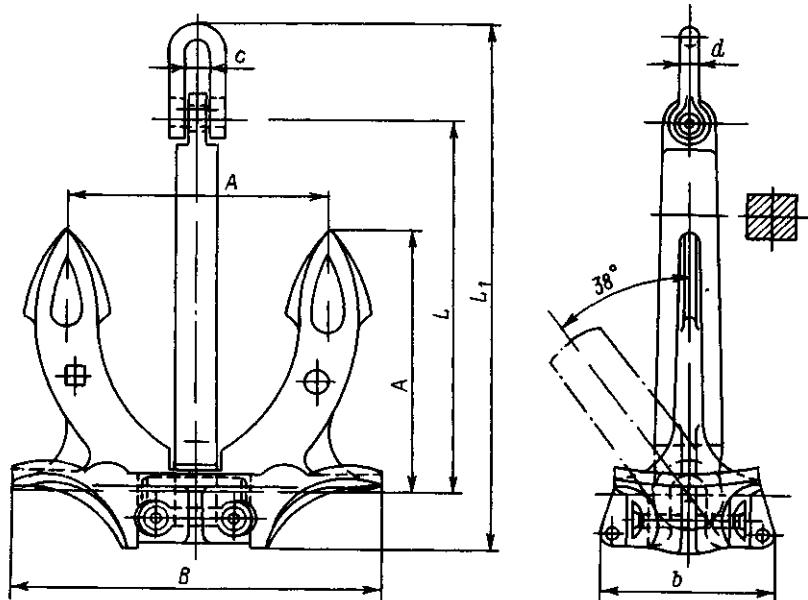


Рис. 10. Якорь Холла с укороченным веретеном

Таблица 3. Характеристика якорей Холла с укороченным веретеном  
(см. рис. 10)

Масса якоря, кг	A, мм	B, мм	L, мм	L <sub>1</sub> , мм	b, мм	c, мм	d, мм
200	520	736	740	1030	340	46	31
250	560	796	800	1117	366	50	34
300	595	844	850	1193	388	56	38
400	650	930	930	1307	428	61	42
500	700	1000	1000	1415	460	67	46
600	745	1060	1060	1485	490	67	46
800	820	1170	1170	1637	540	74	52
1000	885	1260	1260	1765	580	80	56
1250	955	1360	1360	1911	624	86	62

Примечание. Основное материал — сталь.

в любом направлении. Держащая сила этого якоря несколько ниже, чем держащая сила якорей Холла.

На рис. 12 изображен якорь с отлитым заодно веретеном и перпендикулярным к нему удлиненным трендом. С помощью соединительного болта, проходящего через тренд, к нему прикреплены отдельные отлитые лапы. Каждая лапа имеет на внутренней стороне приливы, которые при вращении упираются в тренд и тем самым ограничивают разворот лап относительно веретена.

Имея простую и прочную конструкцию, якорь хорошо держит судно на всех видах грунта.

На судах американского флота применяется якорь, показанный на рис. 13. Он состоит, так же как и якорь Холла, из веретена со скобой и двух лап, отлитых заодно с трендом.

Четырехгренное веретено в нижней части имеет утолщение, упирающееся в лапы, и скрепляется с лапами соединительным болтом.

На судах французского флота применяется якорь системы Марреля (рис. 14). Он состоит из веретена, отдельно откованных лап и якорной скобы.

Лапы якоря, имеющие вид широких лопат, откованы каждая в отдельности, причем в месте соединения с веретеном имеются утолщения. Лапы скреплены с веретеном с помощью болта, пропущенного сквозь утолщенную часть лап и веретена. Забирание грунта лапами обеспечивается особыми приливами, действующими аналогично приливам других бесштоковых якорей.

На рис. 15 изображен якорь с дополнительными лапами для облегчения входления его в грунт. Якорь оригинален по своей конструкции и резко отличается от других типов якорей. Он имеет четыре лапы, две концевые (основные) и две средние, служащие для первоначального разворота основных лап якоря. Средние (малые) лапы, обеспечивая быстрое начальное входление якоря в грунт, увеличивают держащую силу якоря, однако при втягивании этого якоря в клюз он далеко выступает наружу и тем самым создает ряд неудобств. Кроме того, само устройство средних лап и места соединения лап с веретеном увеличивают возможность засорения и заклинивания лап якоря грунтом.

Якорь системы Рябчикова (рис. 16) по своей конструкции напоминает якорь Холла, но отличается от него тем, что стальное литье в нем заменено поковками и сварными элементами. Лапы якоря системы Рябчикова имеют прямолинейную форму, сварены из листов стали. Чтобы придать лапам достаточный вес и облегчить входление их в грунт, в их концы вставлены кованые клинья, а нижние части лап залиты цементом.

Несколько промежуточное положение между двумя группами занимает якорь с поворотными лапами со штоком (рис. 17). Он напоминает якорь Холла, но отличается от него тем, что имеет шток на веретене у рымса. Этот якорь встречается на крупнотоннажных судах старой постройки и обладает большой держащей силой по сравнению с якорями других типов. Он состоит из четырехгранного веретена,

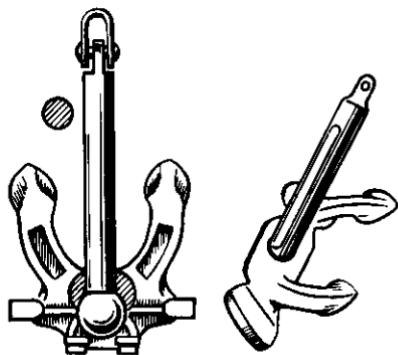


Рис. 11. Якорь с поворотными лапами, применяемый на судах английского флота



Рис. 12. Якорь с поворотными лапами и отлитыми заодно веретеном и удлиненным трендом

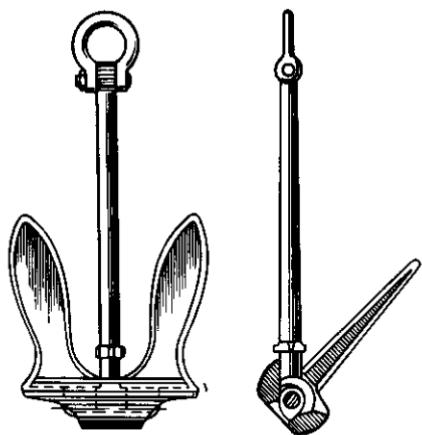


Рис. 13. Якорь с поворотными лапами, применяемый на судах американского флота

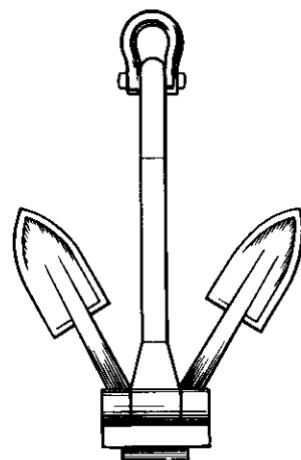


Рис. 14. Якорь с поворотными лапами, применяемый на судах французского флота

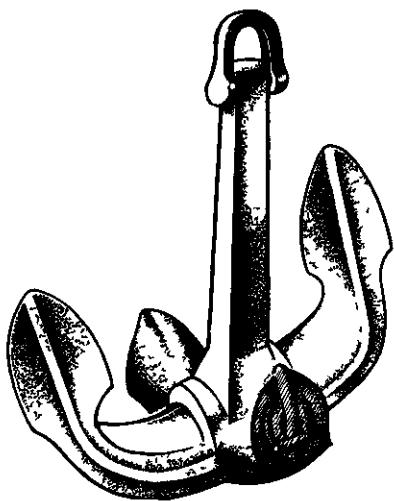


Рис. 15. Якорь с дополнительными лапами для облегчения вхождения в грунт

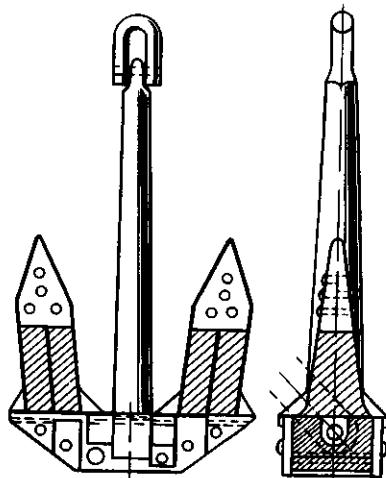


Рис. 16. Якорь системы Рябчикова

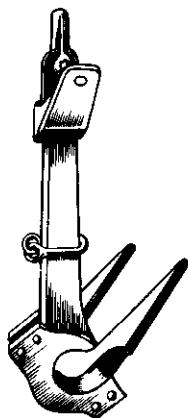


Рис. 17. Якорь с поворотными лапами со штоком

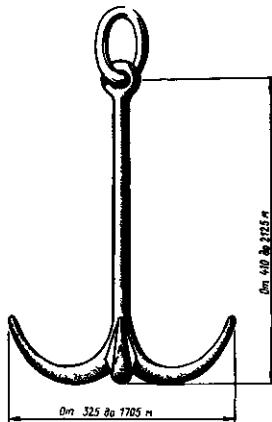


Рис. 18. Четырехлапый якорь

Рис. 19. Литой якорь с плоскими лапами

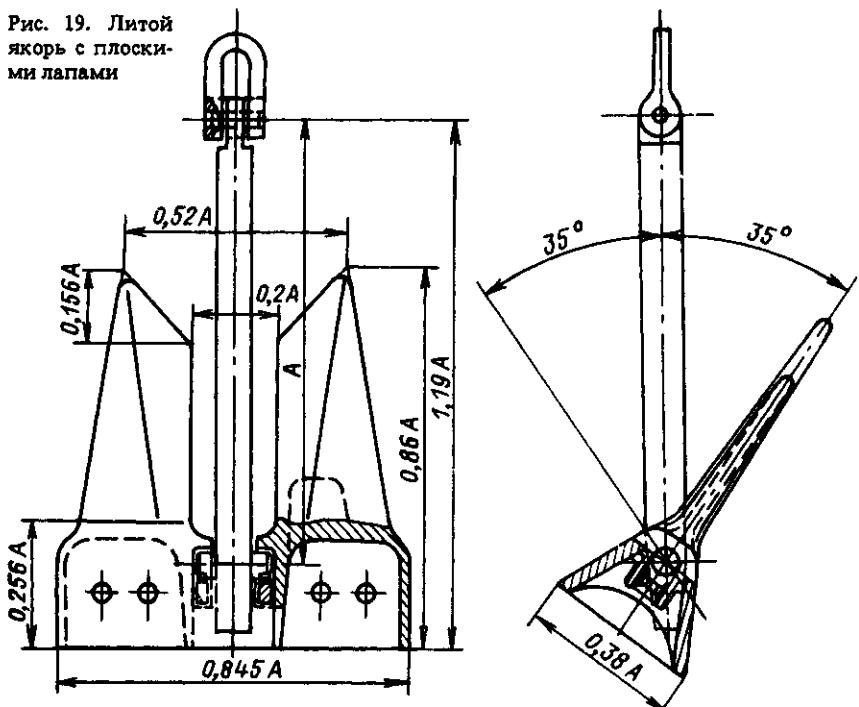
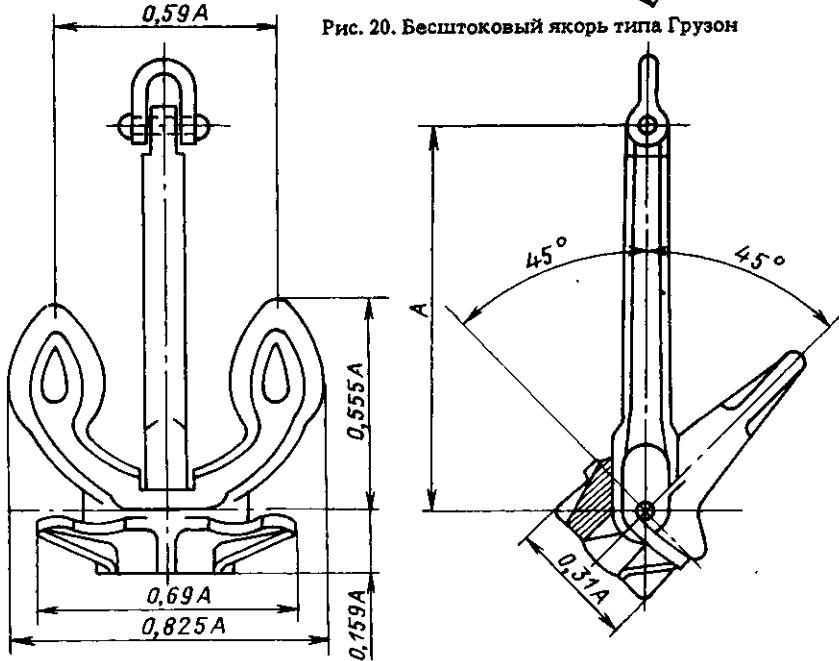


Рис. 20. Бесштоковый якорь типа Грузон



нижняя часть которого утолщена. Через веретено пропущены лапы, изготовленные как одно целое.

Лапы с веретеном скреплены с помощью болта, проходящего через отверстие в веретене и в цилиндрической части. На верхнюю часть веретена, на заплечиках, в одной плоскости с лапами надет плоский, короткий и широкий шток, скрепленный с веретеном болтом и чекой. Вогнутый широкий плоский шток якоря способствует увеличению держащей способности якоря при достаточно вытравленной длине якорного каната.

Промежуточное положение между двумя группами занимает также четырехлапый якорь (рис. 18), который с успехом применяется на небольших речных судах. На речном перемывном грунте он благодаря большому количеству жестко закрепленных лап нередко обнаруживает лучшие держащие свойства даже в сравнении с адмиралтейскими якорями.

На крупнотоннажных речных судах четырехлапые якоря употребляются главным образом как завозные. Преимуществом четырехлапых якорей является свойственная им легкость и вместе с тем быстрое и надежное сцепление с грунтом.

К недостаткам якоря следует отнести громоздкость, неудобство хранения, сложность уборки, возможность запутывания за якорные цепи других судов и возможность повреждения днищ судов торчащими вверх неработающими лапами.

В Германии взамен применяемых стандартных якорей типа Грузон разработан якорь с увеличенной площадью лап (рис. 19), который имеет в два раза большую держащую силу по сравнению с держащей силой якоря Грузон (рис. 20 и 21), принятый Регистром СССР, Бюро Веритас, Германским Ллойдом F, G (стандарт № ТГЛ 22509, 1973 г.).

В Японии фирмой „Ниппон Гузо КК” разработаны два новых типа двухлапых якорей типа NCHP и NCHP-S массой до 37,5 т. Эти якоря имеют поворотные лапы упрощенной конструкции и широкий тренд, выходящий за кромки лап. Держащая сила этих якорей больше, чем держащая сила обычных якорей типа Холла, в 2,7 раза на илистом грунте и в 5,4 раза на песчаном.

В Германии фирма „Хукс Хюттен Верк” изготавливает безштоковые якоря типа Унион облегченной конструкции, напоминающие якоря Холла, но в отличие от них эти якоря 2°

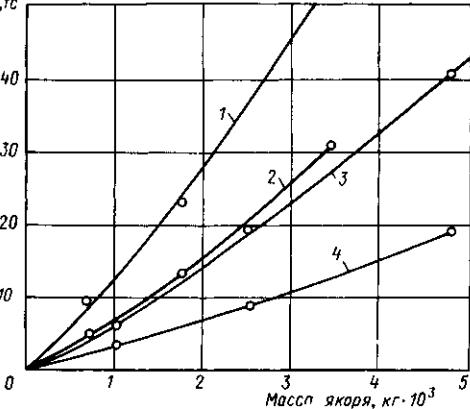


Рис. 21. Средние значения держащих сил при испытаниях якорей на песчаном и каменистом грунтах в зависимости от массы якоря

1, 2 – максимальные и средние значения держащих сил литого якоря с плоскими лапами; 3, 4 – то же якорей типа Грузон

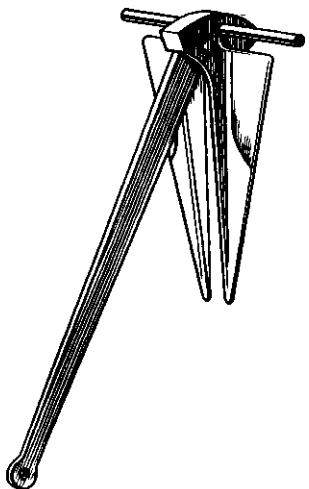


Рис. 22. Якорь с повышенной держащей способностью, работающий по принципу якорей с поворотными лапами

для соединения веретена и лап. Шток предохраняет якорь от опрокидывания, и в то же время расположение его у тренда позволяет производить втягивание в клюз.

Другой разновидностью якоря с повышенной держащей способностью является якорь в форме pluga, представляющий собой большую треугольную лапу, в центре которой на шарнире прикреплено веретено (рис. 23, а). Хотя держащая сила этого якоря, по имеющимся сведениям, велика, все же широкого применения он не получил из-за того, что, падая на грунт, он не всегда ложится веретеном вверху (в этом случае якорь за грунт не зацепляется). На рис. 23 представлены разновидности якорей с повышенной держащей способностью, не получившие широкого распространения.

В 1944 г. инженер И. Р. Матросов разработал и предложил якорь новой конструкции (рис. 24), имеющий значительно большую держащую силу по сравнению с держащей силой стандартных якорей — адмиралтейским и типа Холла. Якорь Матросова в сварном и литом исполнении отличается короткими штоками, расположенными в плоскости лап выше оси их вращения. Характеристика якоря Матросова приведена в табл. 4.

Для малых быстроходных судов и катеров с 1950 г. стали применять новые катерные якоря, обладающие значительно большей держащей силой. К ним относятся американские якоря фирмы „Данфорт“ (см. рис. 23, г), отечественные катерные якоря (рис. 25) и якоря Матросова. В табл. 5 приведена характеристика катерных якорей.

Из-за отсутствия проверенных данных о фактической величине держащей силы стандартных якорей и новых систем якорей были

#### § 4. Якоря третьей группы

К третьей группе относятся новые якоря с повышенной держащей способностью, которые за последнее время получают распространение на судах различных типов. На рис. 22–28 приведены разновидности таких якорей. Якорь, изображенный на рис. 22, работает по принципу якорей с поворотными лапами, но отличается от них тем, что в нижней части у тренда имеется длинный тонкий шток, одновременно служащий осью

для соединения веретена и лап. Шток предохраняет якорь от опрокидывания, и в то же время расположение его у тренда позволяет производить втягивание в клюз.

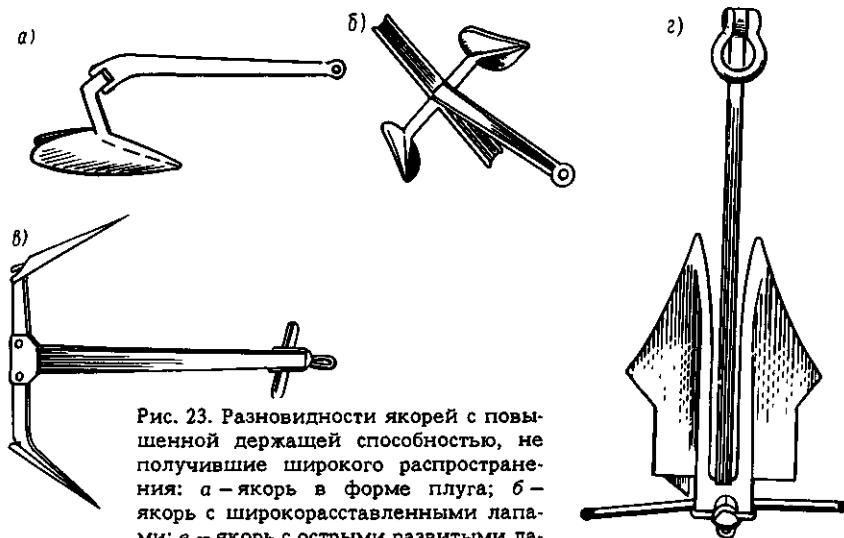


Рис. 23. Разновидности якорей с повышенной держащей способностью, не получившие широкого распространения: а – якорь в форме плуга; б – якорь с широкорасставленными лапами; в – якорь с острыми развитыми лапами; г – якорь типа Данфорта

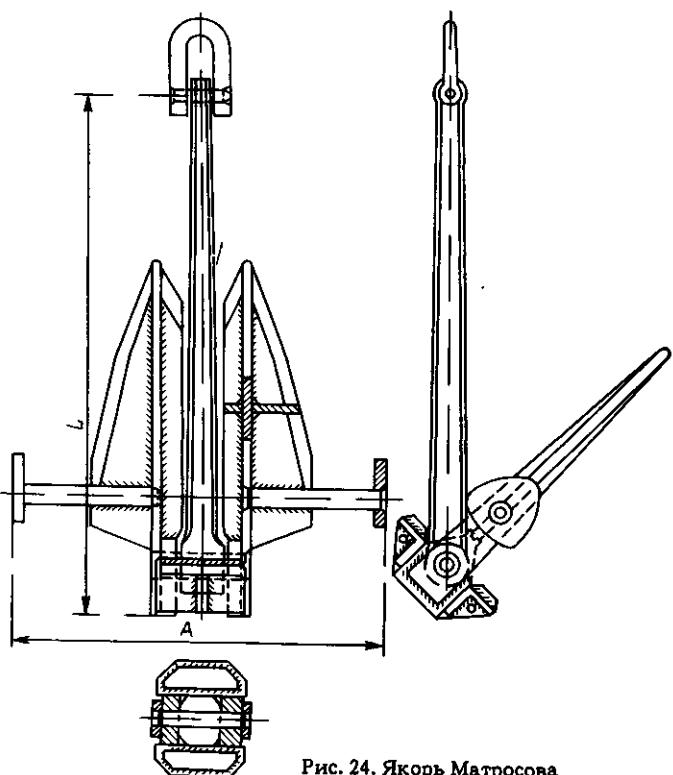


Рис. 24. Якорь Матросова

Таблица 4. Характеристика якоря Матросова (см. рис. 24)

Масса, кг	A, мм	L, мм	Угол отклонения лап, град
<i>Литые</i>			
25	690	850	
35	760	940	
50	840	1450	
75	950	1175	
100	1060	1290	
125	1130	1380	
150	1190	1450	
200	1300	1585	
250	1390	1700	
300	1480	1820	
400	1630	2005	
500	1750	2165	
750	2000	2455	
1000	2170	2670	
1250	2280	2820	
1500	2370	2950	
<i>Сварные</i>			
5	400	500	
10	520	625	
15	600	725	
25	690	840	
35	760	935	

Таблица 5. Характеристика катерных якорей (см. рис. 25)

Масса, кг	A, мм	H, мм	L, мм	l, мм	B, мм	F, мм	K, мм
10	627	120	500	360	490	74	160
25	900	160	735	450	650	116	220
50	910	180	835	520	750	160	260
75	1175	210	975	600	870	184	300
100	1310	240	1100	680	980	160	300

Примечание. Основной материал — сталь.

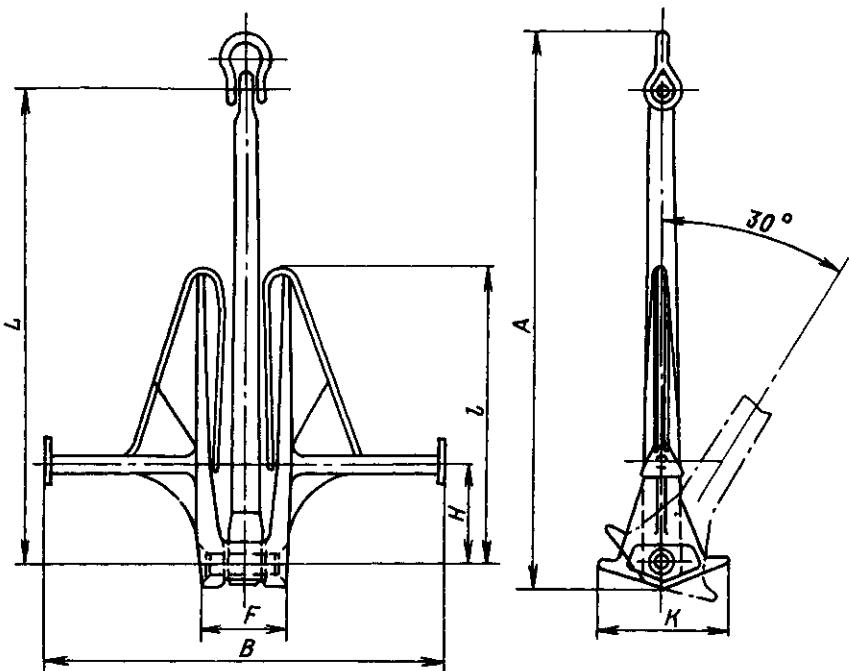


Рис. 25. Катерные якоря

проводены сравнительные испытания стандартных якорей, адмиралтейских, типа Холла и якорей с повышенной держащей способностью.

Результаты проведенных сравнительных испытаний представлены на рис. 26 и в табл. 6.

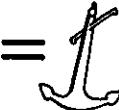
Сравнительные испытания показали, что якоря с повышенной держащей способностью имеют значительно превосходящую по сравнению со стандартными якорями держащую способность. Сравнительные испытания позволили тщательно изучить поведение якорей на различных грунтах, выбрать более или менее оптимальные конструктивные элементы и получить достоверные значения держащей способности якорей различных систем.

Разновидностью якорей системы Матросова и катерных якорей с повышенной держащей способностью, выявленых в результате сравнительных испытаний, можно считать якорь Шедлинга (рис. 27). Особенностью этого якоря является наклонное расположение штоков по отношению к оси веретена, позволяющее якорю устойчиво входить в грунт при меньшем разносе (меньшей ширине) штоков. Кроме того, якорь Шедлинга имеет расширяющуюся к тренду прорезь между лапами для веретена, сделанную для уменьшения возможности заклинивания якоря мелкими камнями при протаскивании.

В последующие годы созданы новые якоря с повышенной держащей способностью.

а)

Катерный  
якорь ЦКБ-19

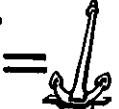
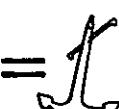


Адмиралтейские якоря

Якоря Холла



б)



в)

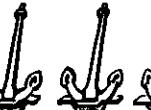
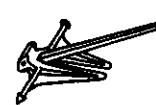
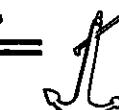


Рис. 26. Схематическое сравнение держащей способности якорей по данным их испытаний в различных грунтах: а – илистом; б – песчаном; в – каменистом

Таблица 6. Средняя удельная держащая сила якорей по результатам сравнительных испытаний

Характеристика держащей силы якоря	Типы якорей											
	Катер-ный	Мат-росова	Адмирал-тейский	Хол-ла	Катер-ный	Матро-сова	Адми-рал-тей-ский	Хол-ла	Катер-ный	Матро-сова	Адми-рал-тей-ский	Хол-ла
При протаскивании на берегу												
	Сухой песчаный грунт				Плотный мокрый песчаный грунт				Плотный мелкокаменистый грунт			
Устойчивая при протаскивании	8,9	6,5	3,0	2,5	8,4	5,3	4,6	4,4	5,2	4,3	3,5	3,0
Сила при срывах	14,0	10,1	—	3,6	14,5	8,3	4,6	4,4	7,8	7,7	4,8	4,6
Сила при отдельных наибольших рывках	27,3	17,6	10,0	4,3	23,7	16,6	8,2	8,7	25,2	24,4	8,0	7,5
При протаскивании судном												
	Илистый грунт				Песчаный грунт				Каменистый грунт			
Устойчивая при протаскивании	4,9	11,5	2,2	2,2	7,3	8,0	3,0	1,5	11,5	—	3,1	2,8
Сила при срывах	24,4	17,6	4,1	3,1	13,5	12,5	4,3	1,7	28,5	—	8,1	5,8
Сила при отдельных наибольших рывках	55,1	43,7	5,2	6,8	63,0	32,0	9,0	2,5	101	—	32,5	8,6

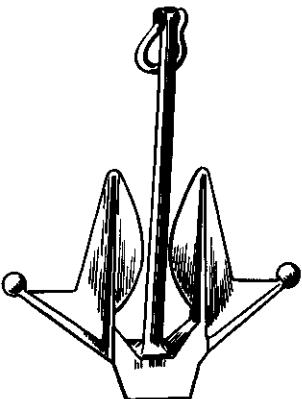


Рис. 27. Якорь Шедлинга

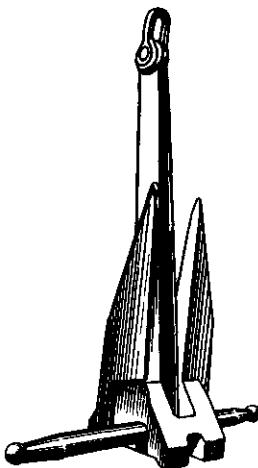


Рис. 28. Двухлапый якорь типа Меон Мк-3

Английская фирма „Исая Престон Лимитед” выпускает якоря типа Меон Мк-3 массой до 22,5 т. Отличительной особенностью этих якорей являются удлиненные поворотные лапы и большие стабилизирующие приливы на тренде (рис. 28).

Голландской фирмой „Вриджхут Анкерс” создана серия якорей типа Стивен (рис. 29), принципиально аналогичных якорям Матросова (со штоками на лапах). Острые, полудельтавидные лапы якоря передают на грунт около четверти своего веса, обеспечивая тем самым эффективное погружение лап в грунт. Стабилизаторы на боковых кромках лап создают правильное положение лап якоря при вхождении в грунт.

По данным голландской фирмы, держащая сила этих якорей на песчаном грунте равна 34 весам якоря, на глинистом грунте – 25, на гравии – 21, на илистом грунте – 19 весам якоря.

Новые якоря с повышенной держащей способностью имеют ряд недостатков, как например недостаточная прочность, заклинивание лап, тенденция выходить на бок при протаскивании. Якоря с повышенной держащей способностью также обладают некоторыми, присущими

только им, недостатками. Так, при сближении лап пространство между ними и веретеном забивается грунтом или камнями, при этом, если якорь выйдет из грунта, исключается повторное вхождение его в грунт. Такое же явление может наблюдаться и при эксплуатации якорей типа Холла, но

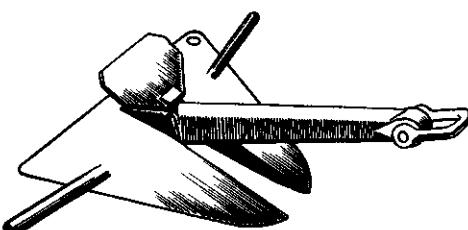


Рис. 29. Якорь типа Стивен



Рис. 30. Заклинивание лап якоря Холла



Рис. 31. Поведение адмиралтейского якоря при протаскивании

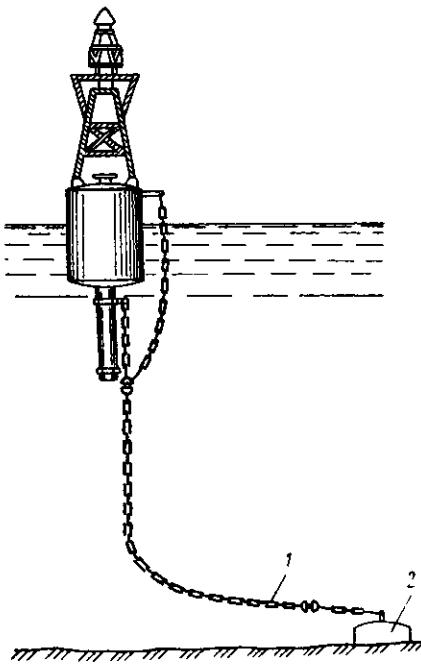


Рис. 32. Якорное устройство буя  
1 — якорная цепь; 2 — якорь

рыму буя соединительной скобой. Для подъема соединительной скобы, которой заканчивается коренной конец, служит дополнительная подъемная цепь.

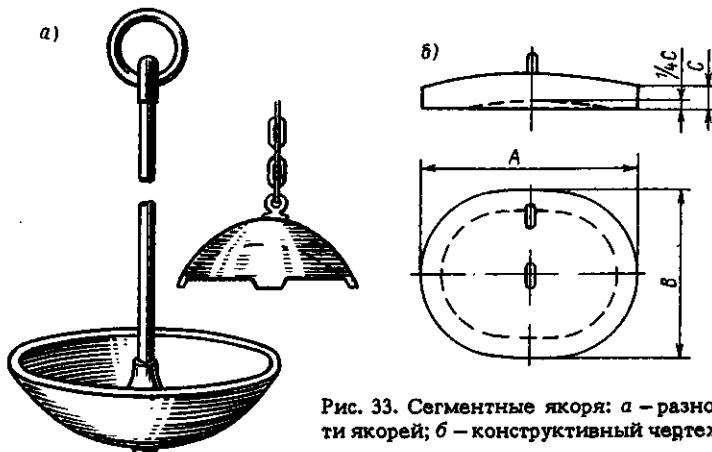


Рис. 33. Сегментные якоря: а — разновидности якорей; б — конструктивный чертеж

только при значительно больших размерах камней (рис. 30). Этот недостаток не имеют адмиралтейские якоря (рис. 31).

Уборка якорей с повышенной держащей способностью в клюзы затруднена.

### § 5. Якоря четвертой группы

К четвертой группе относятся ряд специальных якорей: якоря редовых причальных бочек, буев, вех, дебаркадеров и других плавучих сооружений, ледовые якоря, кошки, плавучие якоря и т. п. Технические характеристики некоторых специальных якорей приведены ниже.

Рассмотрим якоря и якорные устройства буев и вех. Якорное устройство буев состоит из якорной цепи и якоря (рис. 32). Коренной конец цепи, предназначенный для отсоединения буя от якоря и якорной цепи на плаву, крепят к

рыму буя соединительной скобой.

Для подъема соединительной скобы, которой заканчивается коренной конец, служит дополнительная

подъемная цепь.

Чтобы предотвратить перекручивание якорной цепи, в нее вставляют три вертлюга: у якоря, у нижней части цепи, находящейся на весу, и в месте присоединения коренного конца.

Полную длину якорной цепи  $L$ , м, для буев определяют по формуле  $L = T + 2,5H$ , где  $T$  – осадка буя, м;  $H$  – глубина в месте постановки буя, м. Длина подъемной цепи равна одной-двум осадкам буя. Наиболее широкое применение в качестве якорей буев получили якоря из бетона (рис. 33, 34 и табл. 7 и 8).

Железобетонные якоря для вех изготавливают в виде четырехгранной или многогранной усеченной пирамиды массой для морской вехи – 700–1000 кг, для рейдовой – 400–450 кг.

Для установки буев применяется также винтовой якорь, показанный на рис. 35.

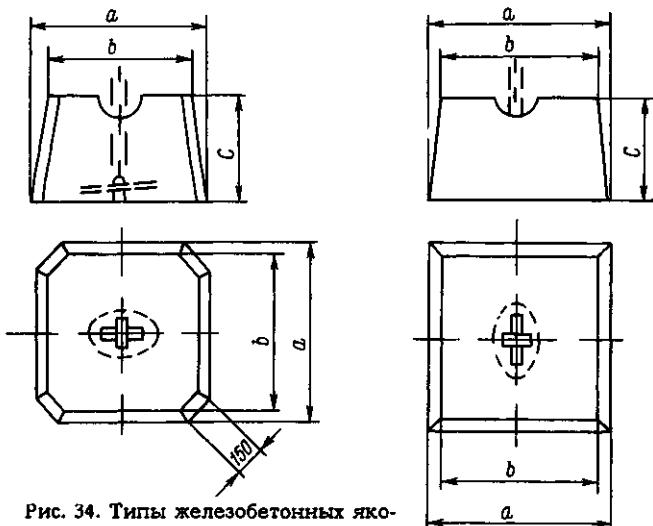


Рис. 34. Типы железобетонных якорей

Таблица 7. Характеристика сегментных якорей (см. рис. 33)

Масса, кг	Размеры, мм		
	A, мм	B, мм	C, мм
100	500	380	100
300	850	600	130
500	916	684	145
750	1143	857	155
1000	1143	857	175
1250	1194	870	197
1500	1100	810	250

Таблица 8. Характеристика железобетонных якорей (см. рис. 34)

Масса якоря, кг	Размеры, см			Диаметр цепи, мм	Диаметр арматуры, мм	Масса арматуры, кг
	a	b	c			
1500	120	100	56	31	16	25
1000	108	90	51	31	16	20
600	90	77	39	25	12	16
400	77	65	36	25	12	12
200	61	51	29	19	10	10
100	49	40	23	13	10	6
50	40	32	18	13	10	4
30	33	28	16	13	10	4

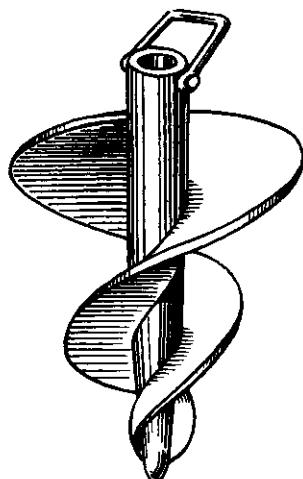


Рис. 35. Винтовой якорь

Для морской и рейдовой вех применяется шестипрядный трос 12,5–13,0 мм или цепь (рис. 36).

Плавучие якоря (рис. 37), принятые на снабжение промысловых, гребно-парусных судов, применяются для уменьшения дрейфа шлюпок в свежую погоду или для использования скорости течения при сильном встречном ветре.

Японская компания „Нитто Компани ЛТД“ разработала якорь нового типа *Пара-Анхор* для промысловых судов тоннажом до 500 т, который отличается простотой, малой массой и высокой надежностью<sup>1</sup>. Устройство представляет собой мягкий конус из нейлоновой ткани, прикрепленный к судну тросом. После сбрасывания конуса за борт судно в течение 3–5 мин разворачивается носом к ветру и затем медленно

дрейфует в направлении ветра и бега волн. В таком состоянии судно испытывает бортовую и килевую качку в меньшей степени, чем при стоянке на обычном якоре.

Конус, обладающий малой массой, может быть сброшен за одну минуту усилиями одного-двух членов экипажа (например, конус для судна тоннажом 100 т имеет массу 25 кг).

В условиях ледового плавания при отстое судна может возникнуть необходимость использования якоря. Обычно судно заходит в лед и не отдает якорем. Если же ветер или другие причины не позволяют

<sup>1</sup>Фишинг Ньюс-Интернейшен, Япония, 1983, № 5, 52, 53.

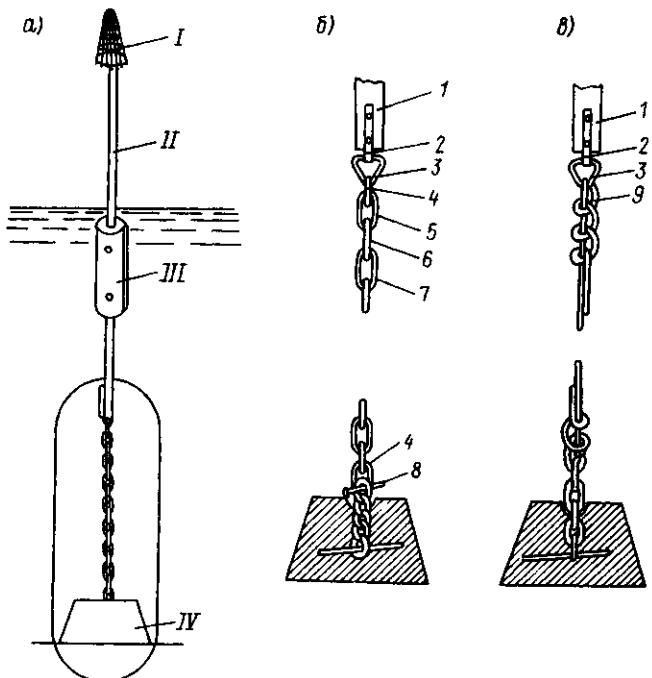


Рис. 36. Якорное устройство вехи: а – общий вид; б – якорное устройство на цепи; в – якорное устройство на тросе

1 – комель вехи; 2 – оковка; 3 – треугольная скоба; 4 – соединительная скоба; 5 – концевое звено цепи; 6 – усиленное звено цепи; 7 – нормальное звено цепи; 8 – рым якоря; 9 – трос

I – голик; II – шест; III – шпиртбакен; IV – якорь

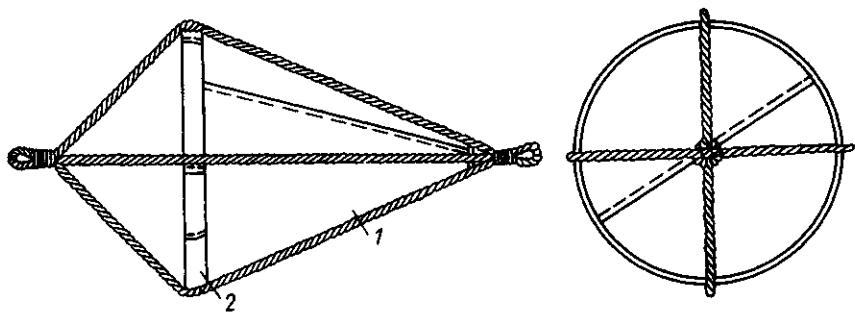


Рис. 37. Плавучий якорь

1 – парусина водоупорной пропитки; 2 – дубовое кольцо

спокойно стоять, то заводят швартов, закрепляемый за прочное торо-систое нагромождение льдов, или, если такового не окажется, судно становится на ледовый якорь – обычно однолапый, адмиралтейского типа, без штока.

После прикрепления к скобе ледового якоря надежного стального троса якорь опускают за борт и на салазках или вручную завозят в нужное место. Во льду вырубают лунку и опускают в нее лапу якоря, после чего выбирают слабину троса. Ледовый якорь используется при стаскивании застрявшего во льду судна при помощи буксирных лебедок.

Ставить судно во льдах на обычный становой якорь не рекомендуется вследствие наличия опасности навала льда на якорную цепь и ее обрыва при дрейфе судна вместе со льдом. При постановке судна на якорь в ледовых условиях рекомендуется иметь длину вытравленной якорной цепи не более 1,5–2,0 глубин.

Развитие новых видов морских плавучих сооружений, таких как буровые установки, баржи-трубоукладчики, выносные точечные причалы, плавучие нефтехранилища и другие, вызвало появление новых оригинальных конструктивных решений в создании мощных якорей с повышенной держащей способностью, используемых для удержания этих сооружений на месте.

Однолапый якорь типа Хук массой от 5 до 60 т, созданный английской фирмой „Нью Хук Энкорз”, обладает держащей способностью, превышающей примерно в 50 раз собственную массу якоря. Якоря типа Хук безштоковые, с одной полой поворотной острой лапой, имеющей в плане форму треугольника (рис. 38).

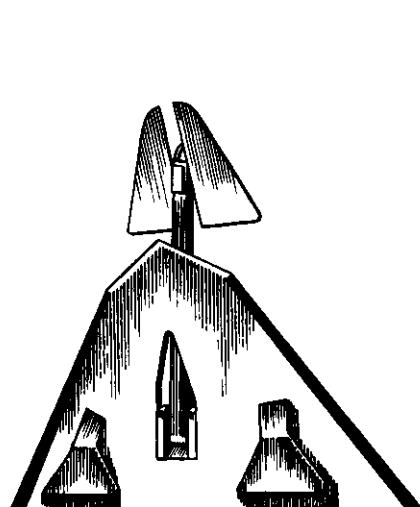


Рис. 38. Однолапый якорь Хук



Рис. 39. Якорь „Фликпер Дельта”

Продольные сечения лапы представляют собой профиль с выпуклой верхней и вогнутой нижней кромками. В верхней части веретена вблизи якорной скобы могут устанавливаться две вспомогательные лапы меньшего размера, обеспечивающие лучшую вхожесть якоря в грунт и уменьшение угла между веретеном и поверхностью грунта.

Голландская фирма „Анкер Адвиес Бюро” разработала цельносварной якорь с поворотными лапами под названием „Флиппер Дельта” массой от 5 до 15 т. Он обладает хорошей стабилизацией на грунте и хорошей вхожестью лап в грунт любого типа (рис. 39). На обеих сторонах тренда сделаны дельтавидные заглубители коробчатой формы. Лапы могут поворачиваться относительно веретена на 32°, угол между лапами и плоскостью стабилизаторов составляет 18°.

Оригинальной конструкции якорь с взрывным устройством испытывался американскими инженерами на реке Потомак. Масса нового якоря 2 т, но по своей держащей силе он эквивалентен обычно 26-тонному якорю. Секрет заключается в том, что якорь имеет взрывное устройство, которое состоит из части ствола легкого орудия, заполненной ракетным топливом, и взрывателя ударного типа. Когда якорь, изготовленный из сплава прочных сталей, касается грунта, срабатывает взрыватель, и якорь вгоняется в илисто-песчаное дно на глубину до 10 м и в коралловое – 6 м.

Новые якоря предполагается использовать для беспричальной погрузки и разгрузки танкеров. В случае необходимости якорную стоянку можно переносить. Буи отрезают, а якоря (ввиду их малой стоимости) оставляют на дне<sup>1</sup>.

Учитывая, что на изготовление якорей отечественная промышленность ежегодно расходует несколько десятков тысяч тонн стали, применение якорей с повышенной держащей способностью оптимальной конструкции дает значительную экономию в расходовании металла, затрачиваемого на их изготовление.

## § 6. Основные соотношения конструктивных элементов и держащая способность якорей различных систем

Основными конструктивными характеристиками якорей являются угол атаки  $\alpha$  – угол входа лапы якоря в грунт, который для якорей различных систем колеблется в пределах от 51 до 77°, и угол отклонения лап от оси веретена  $\beta$ , который обычно находится в пределах от 28 до 55° для якорей различных систем (рис. 40).

Вхождению лап якоря большой массы в грунт способствует составляющая собственного веса якоря, поэтому для него угол отклонения лап может быть несколько большим.

Для якорей малых масс составляющая их собственного веса не оказывает существенного влияния на вхождение лап якоря в грунт,

<sup>1</sup>Шипбилдинг энд Шипинг Рекорд, Голландия, 1965, № 4.

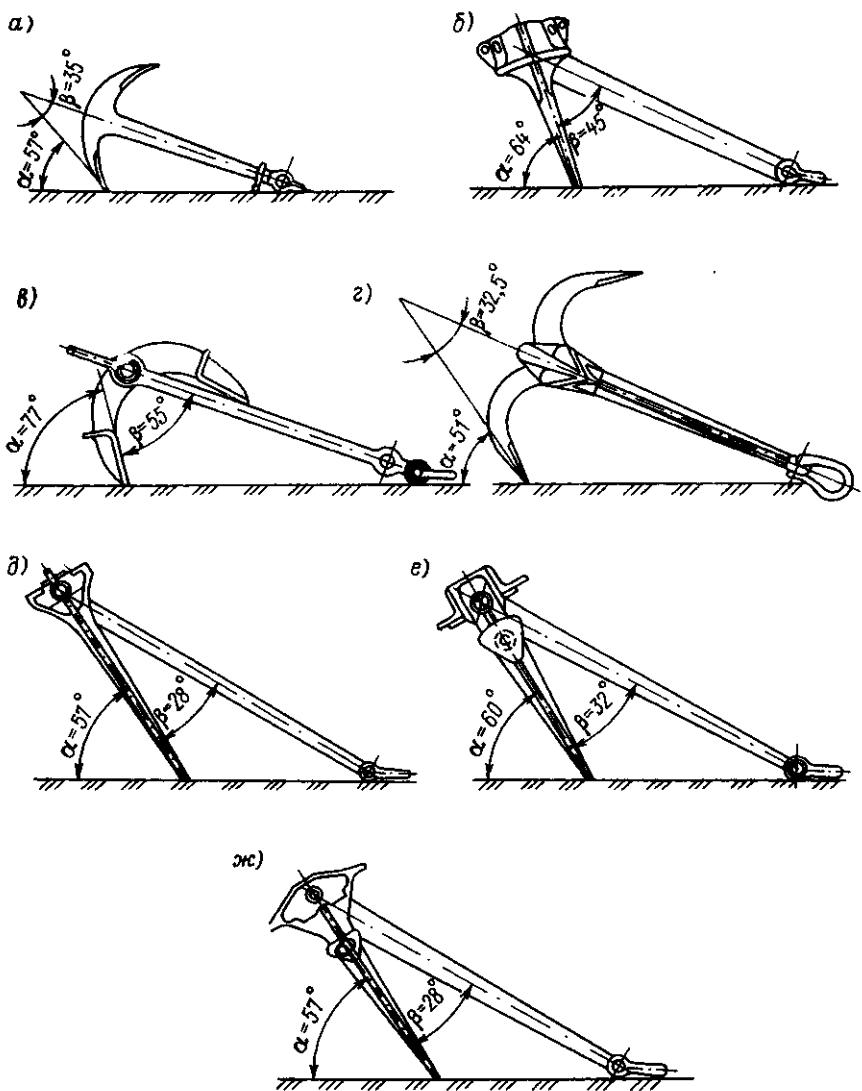


Рис. 40. Углы атаки якорей различных систем: а – адмиралтейский якорь; б – якорь Холла; в – якорь Тротмана; г – четырехлапый якорь; д – якорь фирмы „Данфорт“; е – якорь Матросова; ж – катерный якорь

поэтому для них чрезвычайно важно выбрать оптимальное значение угла отклонения лап. Экспериментальным путем установлено, что угол отклонения лап якорей с повышенной держащей способностью должен быть в пределах от 28 до 32°, при которых якоря полностью входят (зарываются) в однородный грунт. Увеличение угла отклонения лап от оси веретена приводит к тому, что якорь при протаскивании не зарывается в грунт.

На устойчивость якорей влияют отношения длины веретена  $L$  к длине лапы  $l$  и отношение  $L/c$ .

	$L/l$	$L/c$
Катерный якорь . . . . .	1,65	1,33
Адмиральский якорь . . . . .	2,60	0,95–0,98
Якорь Холла . . . . .	1,95	—
Якорь Данфорта . . . . .	1,65	1,35
Якорь Матросова . . . . .	1,65–1,70	1,3–1,5
Якорь Тротмана . . . . .	2,4	1,0
Четырехлапый якорь . . . . .	2,0	—
Английский якорь . . . . .	1,97	—
Французский якорь типа А . . . . .	1,70	—
Французский якорь типа Б . . . . .	1,82	—

Если для якорей адмиралтейского типа  $L/l = 2,4 \div 2,6$ , для якорей типа Холла  $L/l \approx 2,0$ , то якоря с повышенной держащей способностью имеют  $L/l = 1,6 \div 1,7$ , т. е. они имеют почти в полтора раза большую относительную длину лап.

Длины веретена и штока якорей адмиралтейского типа примерно равны, у якорей с повышенной держащей способностью шток примерно на 30–40 % меньше длины веретена. В целях повышения устойчивости в начале вхождения в грунт у якорей с повышенной держащей способностью шток располагают примерно на 1/3 длины лапы от тренда. Конструктивные характеристики показывают, что якоря с повышенной держащей способностью имеют меньшие габариты.

### § 7. Испытания якорей на прочность

Для изготовления стандартных якорей применяют марганцовскую, бессемеровскую или выплавленную в электропечах сталь.

Механические свойства материала, из которого изготовлены литые якоря или их литые детали, должны удовлетворять следующим требованиям:

Временное сопротивление разрыву $\sigma_u$ , кг/см <sup>2</sup> . . . . .	40
Относительное удлинение, %:	
$\delta_{10}$ . . . . .	15
$\delta_5$ . . . . .	18
$\delta_{2,5}$ . . . . .	24
Загиб, град. . . . .	90

Кованые якоря или их кованые детали должны изготавляться из стали марки Ст3 или Ст4 или из стали 25Л-Ш, а кованые части якоря, подвергающиеся горновой сварке, — из стали марки Ст2 и Ст3 или ВСТЗсп 2-20.

Для сварных якорей применение бессемеровской стали не допускается.

Для отливок лап якорей с повышенной держащей способностью, относящихся ко второй группе отливок, рекомендуется применять марки стали с характеристиками, приведенными в табл. 9.

Поковки веретена, штыря и скобы рекомендуется изготавливать из углеродистой стали марки ВТС3сп 2-20.

Литые и кованые детали якорей следует испытывать на полный химический анализ плавок, на растяжение с определением предела прочности и относительного удлинения и на загиб образца до угла 90° в холодном состоянии.

Пробные планки отбирают при разливе стали.

Для производства механических испытаний на разрыв изготавливают контрольные образцы диаметром 20 мм с расчетной 5- или 2,5-кратной длиной. При отсутствии достаточно мощных машин для испытаний допускается применение круглых образцов диаметром 15 и 10 мм с расчетной длиной, равной пяти диаметрам.

Таблица 9. Химический состав и механические характеристики отливок

Марка стали	Углерод	Марганец	Кремний	Сера	Фосфор	Временное сопротивление разрыву, кг/мм <sup>2</sup>	Предел текучести, кг/мм <sup>2</sup>	Относительное удлинение, %
25-4518	0,20— 0,30	0,50— 0,90	0,17— 0,37	Не более 0,05	Не более 0,06	45	22	18
25-4522	0,20— 0,30	0,50— 0,90	0,17— 0,37	"	"	45	23	22
35-5015	0,20— 0,40	0,50— 0,90	0,17— 0,37	"	"	50	25	15
45-5516	0,40— 0,50	0,50— 0,90	0,17— 0,37	"	"	55	28	16
55-6011	0,55— 0,60	0,50— 0,90	0,17— 0,37	"	"	60	30	12

Примечание. Чисры в марках стали означают: первые две — среднее содержание углерода в сотых долях процента, вторые две — временное сопротивление разрыву в кг/мм<sup>2</sup> и последние две цифры — относительное удлинение на пятикратном образце в процентах.

Механические свойства определяют на одном контрольном образце от плавки или от партии отливок. При неудовлетворительных результатах испытаний первого образца испытания должны быть повторены, для чего берут двойное количество образцов из числа запасных. Если при вторичном испытании хотя бы один образец даст неудовлетворительные результаты, то отливки и пробы данной плавки направляют на повторную термическую обработку. Если после повторной термообработки один из образцов дает неудовлетворительные результаты, то отливки данной партии бракуют.

Для испытаний деталей на загиб в холодном состоянии применяется образец длиной около 200 мм и поперечным сечением 20 x 25 мм. Кромки образца обязательно должны быть закруглены опиловкой по радиусу около 2 мм. Загиб образца производят вокруг большей его стороны на оправке диаметром 50 мм (рис. 41). Допускается применение образцов иных размеров при условии сохранения соотношения между толщиной образца и диаметром оправки 1 : 2,5.

Литые якоря массой 75 кг и выше, а также якоря с повышенной держащей способностью испытывают бросанием с высоты 3,0–4,5 м:

Масса якоря, кг	Высота сбрасывания, м
До 700 . . . . .	4,5
От 800 до 1250 . . . . .	4,0
От 1500 до 4500 . . . . .	3,5
От 5000 и более . . . . .	3,0

Сбрасывают литые якоря (или литые детали), а также сварные якоря с указанной высоты плашмя на стальную плиту толщиной не менее 100 мм, лежащую на утрамбованном грунте.

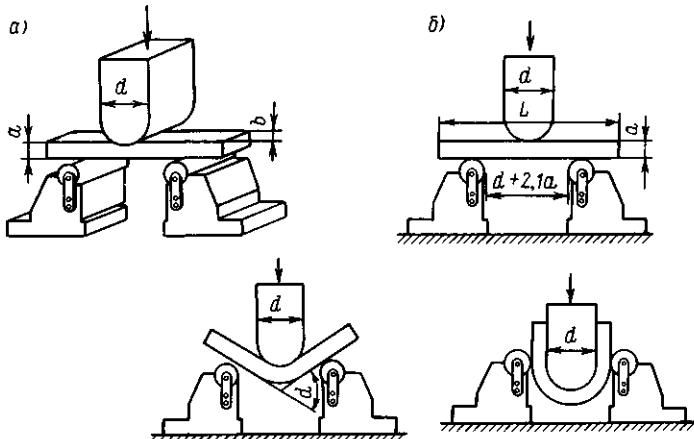


Рис. 41. Испытание образцов на загиб: а – на ограниченный угол; б – на угол 180°

а – толщина образца; d – диаметр оправки; б – ширина образца;  $\alpha$  – угол загиба; L – длина образца ( $L \approx 5a + 150$  мм)

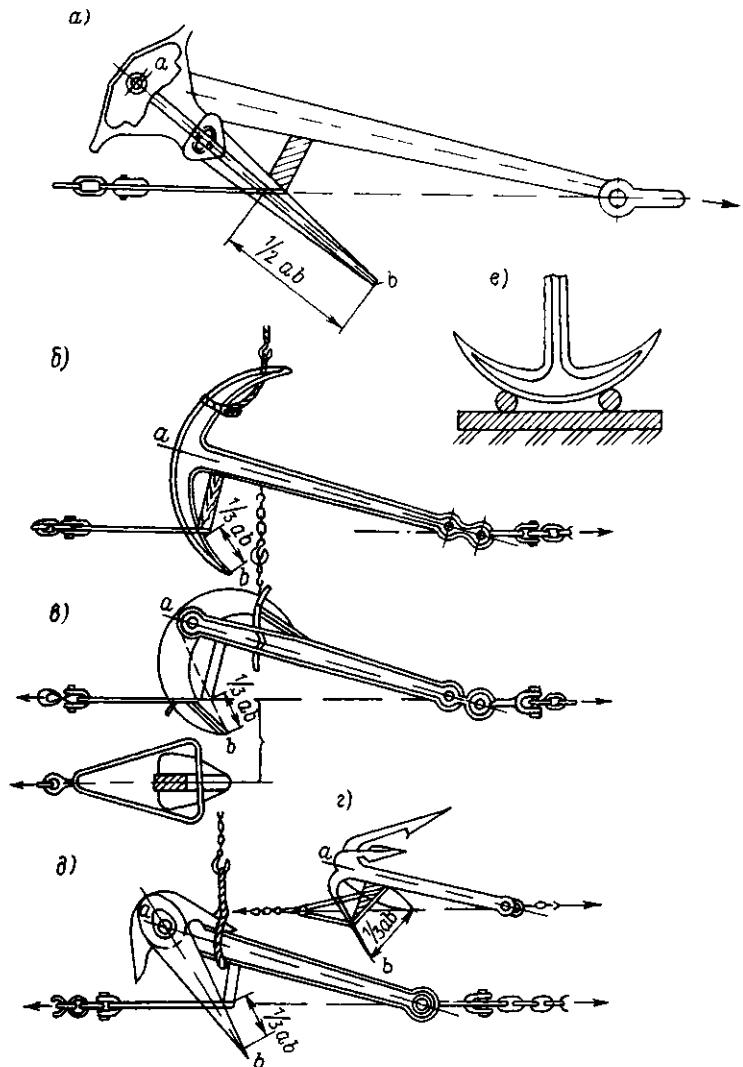


Рис. 42. Испытания якорей на прочность: растяжением – а – катерный якорь; б – адмиралтейский якорь; в – якорь Тротмана; г – якорь без штока; д – якорь Холла; бросанием – е – адмиралтейский якорь

$ab$  – длина лапы якоря

Литые якоря типа Холла, Тротмана и четырехлапые якоря следует сбрасывать на плиту пяткой. Литой адмиралтейский якорь дополнительно сбрасывают трендом на две стальные болванки, положенные на плиту таким образом, чтобы расстояние между ними составляло половину величины развала лап (рис. 42).

Толщина болванок должна быть такой, чтобы пятка тренда не могла удариться о плиту.

Испытание бросанием должно производиться при температуре массы якоря не ниже нуля градусов.

Якоря испытывают на прочность (рис. 42) на цепопробном стане, путем подвешивания грузов или с помощью электрических кранов.

Если якорь или его детали выдержат испытания, т. е. на них не будет обнаружено трещин или излома, то они должны быть подвешены и обстуканы молотком весом не менее 3 кг. Чистый металлический звук свидетельствует об отсутствии пороков и трещин.

Регистр СССР и ГОСТ 766-74 рекомендуют определять величину пробной нагрузки для якорей массой менее 75 кг по формуле  $P_{\text{пр}} = 180 \cdot G^{2/3} = 180 \sqrt[3]{G^2}$ , где  $G$  — масса якоря, кг. Согласно формуле пробная нагрузка для якоря массой 1 кг равна 180 весам, тогда как для якорей больших масс пробная нагрузка составляет 11 весов якоря.

На основании анализа величин удельной держащей способности по материалам сравнительных испытаний якорей на различных грунтах можно принять величину пробной нагрузки равной удвоенному значению удельной держащей способности якорей: для адмиралтейских якорей  $P_{\text{пр}} = (20 \div 25)G$ , для якорей типа Холла и четырехлапых  $P_{\text{пр}} = (15 \div 20)G$  и для однолапых якорей  $P_{\text{пр}} = 30$  весов якоря.

Для якорей типа Холла и адмиралтейских ГОСТ 766-74 регламентирует следующие величины пробной нагрузки, которые должен выдерживать якорь:

Масса якоря, кг	$P_{\text{пр}}$ тс	$P_{\text{пр}}$ кН
10 . . . . .	0,80	7,9
50 . . . . .	2,37	23,2
100 . . . . .	3,9	39,1
200 . . . . .	6,25	61,5
300 . . . . .	8,11	79,5
400 . . . . .	9,98	98,4
500 . . . . .	11,8	115,5
800 . . . . .	16,9	165,0
1000 . . . . .	20,3	199,0
1500 . . . . .	28,3	278,0
2000 . . . . .	35,6	349,0
2500 . . . . .	42,2	414,0
3000 . . . . .	48,9	473,0
4000 . . . . .	58,8	576,0
5000 . . . . .	67,4	660,0
6000 . . . . .	74,9	734,0
8000 . . . . .	89,4	875,0
10 000 . . . . .	103,0	1010,0
15 000 . . . . .	128,0	1255,0
20 000 . . . . .	155,0	1520,0

Для катерных якорей с повышенной держащей способностью пробная нагрузка принимается удвоенной по сравнению с требуемой по формуле  $P_{\text{пр}} = 180 G^{2/3}$ :

Масса якоря, кг	$P_{\text{пр}}$
10.....	132G
25.....	100G
50.....	82G
75.....	72G
100.....	65G

Для якорей с повышенной держащей способностью в отличие от стандартных якорей пробную нагрузку прикладывают по середине длины лап вместо 1/3 длины от носка лап для стандартных якорей вследствие того, что якоря с повышенной держащей способностью обычно полностью зарываются в грунт и равнодействующая давления грунта на лапу якоря располагается близко к середине длины лапы.

#### § 8. Якорный канат

Держащая сила якоря передается судну через якорный канат, один конец которого прикреплен к якорю, другой закреплен на судне.

Якорные канаты, обеспечивающие прочную связь судна с якорем, лежащим на грунте, должны отвечать следующим требованиям:

1. Длина каната должна быть достаточной, чтобы обеспечить горизонтальную передачу усилия к скобе якоря, при этом обеспечивается наибольшая держащая сила якоря.

2. Якорный канат должен обеспечивать более полное поглощение рывков и колебаний, возникающих при стоянке судна на якоре и способных нарушить сцепление якоря с грунтом или привести к разрыву якорного каната.

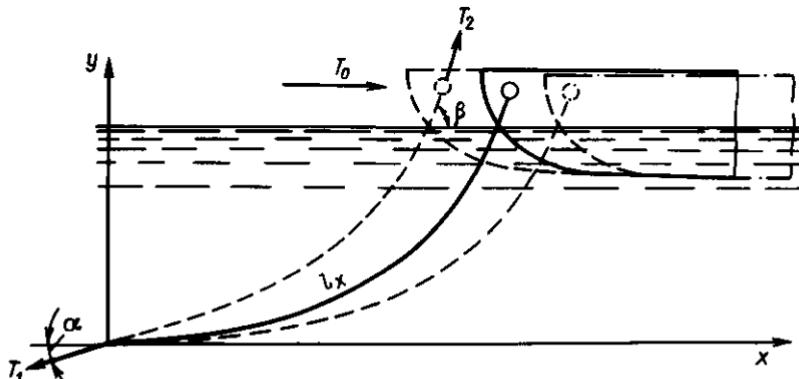


Рис. 43. Схема сил, возникающих при натяжении якорного каната

Под действием на судно внешних сил (ветра, течения и волн) якорный канат принимает положение, указанное на рис. 43.

Далее определим необходимую длину якорного каната с учетом его массы и глубины в месте стоянки судна. Примем следующие обозначения:  $\alpha$  и  $\beta$  – углы, составляемые цепью с горизонтом у скобы якоря и у клюза;  $T_0$  – равнодействующая внешних сил;  $T_1$  и  $T_2$  – напряжение якорного каната у скобы якоря и у клюза;  $p$  – масса погонной единицы каната в воде;  $l_x$  – длина каната, вытравленного за борт.

Уравнение цепной линии имеет вид

$$Y = \frac{T_0}{p} \left[ \sec \alpha \left( \operatorname{ch} \frac{xp}{T_0} - 1 \right) + \operatorname{tg} \alpha S h \frac{xp}{T_0} \right];$$

длина якорного каната, вытравленного за борт,

$$l_x = \frac{T_0}{p} \left[ \operatorname{tg} \alpha \left( \operatorname{ch} \frac{xp}{T_0} - 1 \right) + \sec \alpha S h \frac{xp}{T_0} \right].$$

После необходимых преобразований этих уравнений получаем зависимость  $\frac{l_x^2 - Y^2}{2(T_0/p)^2} = \operatorname{ch} \frac{xp}{T_0} - 1$ , пользуясь которой, для конкретного случая стоянки судна на якоре определяем необходимую длину каната, вытравливаемого за борт.

При равенстве нулю усилий, отрывающих якорь от грунта, необходимо, чтобы нижний конец цепи лежал на дне, т. е. чтобы угол  $\alpha = 0$ ; тогда  $T_0 = T_1$ , и, полагая  $Y = h$  ( $h$  – высота клюза над грунтом), получаем следующую основную зависимость:

$$T_0 = T_1 = p \frac{(l_x^2 - h^2)}{2h}.$$

Из этой формулы находим необходимую длину вытравливаемого за борт каната при принятых выше условиях:  $l_x = \sqrt{\frac{2hT_0}{p}} + h^2$ .

Опытом установлено, что длина якорной цепи, подлежащая вытравливанию за борт при средних условиях погоды и грунта, должна быть не менее следующих величин:

Глубина моря  
в месте стоянки  
судна, м

До 20 .....  
21–50 .....  
Более 50 .....

Длина якорной цепи  
на клюзе, выраженная  
в глубинах моря, Н

4  
3  
2–2,5

Радиус окружности, ограничивающий площадь безопасной якорной стоянки, можно принять следующим:  $R = 4H + 2L$  при глубине до 20 м и  $R = 3H + 2L$  при глубине от 21 до 50 м. Здесь  $L$  – длина судна.

Для надежной стоянки судна необходимо, чтобы сила, которую приобретает судно под действием динамических сил, в значительной степени поглощалась потенциальной энергией массы цепного каната.

Предположим, что судно находится в равновесии под действием некоторого усилия, при котором расстояние  $AK = L$  останется неизменным, а канат имеет стрелку провисания (рис. 44).

Заменяя цепную линию приближенно параболой и пренебрегая влиянием разности высот точек крепления каната, получаем следую-

щие зависимости:  $l_x = L \left( 1 + \frac{8f}{3T_2} \right)$  и  $f = \frac{pL}{8T_2}$ , где  $p$  – масса каната

между точками  $A$  и  $K$ .

Пользуясь приведенными соотношениями, находим

$$T_2 = 0,204p \sqrt{\frac{L}{l_x - L}},$$

т. е. натяжение якорного каната, как и потенциальная энергия его массы  $V = \int T dL$  при данной длине каната  $l_x$ , пропорциональны массе  $p$ .

Формулы для равнодействующей внешних сил и натяжения якорного каната показывают, что масса единицы длины каната оказывает значительное влияние на работу якоря, и становится понятным, почему в настоящее время на большинстве судов в качестве якорного каната применяются цепи.

Ниже представлено разрывное усилие канатов и цепей, кг.

Смоленый пеньковый трос . . . . .	$45c_1^2$
Стальной трос . . . . .	$400c_2^2$
Якорная цепь . . . . .	$3800d^2$

( $c_1$  и  $c_2$  – окружности тросов, мм;  $d$  – калибр цепи, см).

Масса 100 пог. м каната (кг) может быть приближенно выражена формулами:

Смоленый пеньковый трос . . . . .	$p_1 = 0,75c_1^2$
Стальной трос . . . . .	$p_2 = 3,00c_2^2$
Якорная цепь . . . . .	$p_3 = 225d^2$

Принимая рабочую нагрузку для указанных выше тросов в 1/6 от разрывного усилия и рабочую нагрузку цепей в 1/5 от разрывного усилия, для равного натяжения якорного каната будем иметь  $c_1:c_2:d = 3:1:0,30$  и  $p_1:p_2:p_3 = 2,2:1:6,6$ . Из этих приближенных соотношений следует, что при равном натяжении якорного каната диаметр смоленого пенькового троса должен быть примерно в 3 раза больше

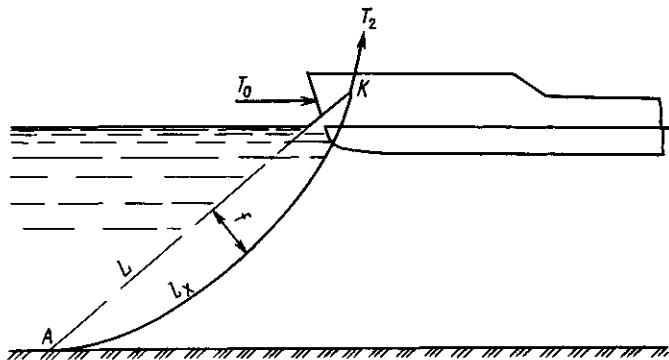


Рис. 44. Схема натяжения якорного каната.

диаметра стального троса, а масса в 2,2 раза больше массы стального троса. При тех же условиях масса цепного якорного каната в 6–7 раз больше массы якорного каната из стального троса.

Удлинение нового пенькового троса составляет около 15%; удлинение тросов, бывших в употреблении, уменьшается до 8%. Кривая удлинений при этом близка к прямой.

Потенциальная энергия разрыва пенькового троса может быть выражена формулой  $V_1 = 1/2 \cdot 0,08L \cdot 45c_1^2 \approx 1,8Lc_1^2$ .

Удлинение при разрыве новых стальных тросов составляет около 2,5%, тросов, бывших в употреблении – около 1%.

Принимая кривую удлинений стального троса по прямой, будем иметь потенциальную энергию разрыва стальных тросов:  $V_2 = 1/2 \times 0,01L \cdot 400c_2^2 = 2Lc_2^2$ .

Удлинение коротковзвенных цепей без распорок (контрфорсов) при разрыве составляет в среднем около 22%, кривая удлинений близка к параболе второго порядка, в соответствии с чем выражение потенциальной энергии цепей при разрыве может быть написано в следующем виде:  $V_3 = 2/3 \cdot 0,22L \cdot 3800d^2 = 560L \cdot d^2$ .

Для одного и того же натяжения якорного каната относительное значение потенциальной энергии при разрыве пенькового, стального тросов и цепи равно  $V_1 : V_2 : V_3 = 8 : 1 : 25$ , т. е. пеньковый трос в 8 раз выгоднее стального троса, а цепь примерно в 25 раз выгоднее стального троса. Это особенно важно в тех случаях, когда судно при стоянке на якоре подвергается действию динамических сил. Провисающий якорный канат под действием внезапных нагрузок на судно стремится выпрямиться и увеличить свой запас потенциальной энергии. Поэтому цепной якорный канат служит отличным буфером.

В качестве органических тросов для якорного каната можно применять манильский трос, выделяемый из волокон стеблей диких бананов. Эти тросы имеют ту же прочность, что и прочность пеньковых тросов, но обладают значительной гибкостью и легкостью и, кроме того, они не намокают и не тонут в воде.

Хорошим материалом для органических якорных канатов являются также тросы из рами, изготовленные из волокон китайской крапивы.

Для удержания судна, находящегося под действием волнения и сил инерции, необходимо приложить весьма большие усилия. Величина этого усилия прямо пропорциональна водоизмещению (брutto), квадрату скорости судна в момент отдачи якоря и обратно пропорциональна расстоянию, которое проходит судно до момента остановки.

Величина усилия выражается формулой  $T_0 = k(Du^2)/S$ , где  $k$  – коэффициент пропорциональности, равный от 0,05 до 0,10;  $D$  – водоизмещение судна, т;  $u$  – скорость судна в момент его задержания якорем, м/с;  $S$  – расстояние, на котором судно остановлено, м.

При данном якоре величина  $S$  будет зависеть от вида грунта. Например, судно водоизмещением 1000 т, остановленное при скорости 2 уз, требует приложения усилия около 45 т для остановки его на расстоянии 1200 мм. Это усилие соответствует держащей силе якоря без штока (типа Холла) массой примерно 10–12 г.

Установлено, что использование для якорного каната цепи уменьшает максимальную нагрузку на якорь при рывках на волнении и составляет приблизительно 5 % нагрузки при стальном тросе (110 кг наибольший рывок при цепи, 2800 кг при стальном тросе).

Применение манильского троса при всех прочих равных условиях уменьшает нагрузку на якорь при рывках примерно на 50 % по сравнению со стальным тросом.

При небольшом волнении около 3 баллов (высота волны 0,5–1,25 м) и ветре примерно 5 м/с (4 балла), при четырехкратной по отношению к глубине моря длине якорного каната из стального троса было зафиксировано натяжение при рывках 1800 кг и единичное до 2900 кг. При тех же условиях состояния моря, при замене половины длины стального троса со стороны якоря цепью максимальная величина натяжения якорного каната составила 280 кг.

Введение в якорный канат из стального троса цепи длиной 6 м дает среднюю нагрузку при рывках 400 кг, что составляет 22 % натяжения стального каната – 1800 кг и наибольшую нагрузку – 1000 кг, или 34 % наибольшего значения натяжения при стальном тросе.

Эти примеры подтверждают правильность рекомендации применения для якорных канатов цепей на всей длине или на части длины якорного каната.

Для получения одинаковых натяжений в якорном канате при рывках длина вытравленного стального троса при всех прочих равных условиях должна быть в 3,5 раза больше длины цепи.

Для малых легких быстроходных судов и катеров, для которых фактор экономии массы является весьма существенным, целесообразно применять в качестве якорного каната стальной трос с куском цепи у якоря. При этом кроме значительного выигрыша в массе можно обойтись без цепного ящика, наматывая стальной трос на специальный барабан лебедки.

Для малых судов рекомендуется принимать на снабжение один якорь с цепью или стальным тросом с куском цепи, а второй якорь снабжать только стальным тросом, так как обычно удается отстavить только на одном якоре. В качестве примера можно привести якорные канаты, состоящие из пенькового троса окружностью 115 мм с цепью калибром 11 мм и длиной 12 м.

Большой практический интерес представляет применение на легких быстроходных судах и катерах якорных канатов, изготовленных из капроновых или нейлоновых нитей.

Капроновые канаты обладают следующими преимуществами (табл. 10):

прочность в 2,5–3 раза выше по сравнению с прочностью пеньковых канатов;

хорошая эластичность, гибкость и большее удлинение;

в четыре раза легче пенькового каната при равном разрывном усилии.

Применение капронового якорного каната позволяет отказаться от цепных ящиков и делает возможным использование более легких стопоров (вместо стопоров Легофа можно применять эксцентриковые стопоры).

Высокие прочностные качества, эластичность, малая масса и диэлектрические характеристики капроновых канатов позволяют рекомендовать их также для лееров, шагов и вант, что позволит освободиться от установки в этих устройствах фарфоровых изоляторов и уменьшит помехи радиоприему судовых радиостанций.

Искусственное волокно капрон имеет следующие физико-механические и эксплуатационные свойства:

1. Удельный вес равен 1,1 г/см<sup>3</sup>.

2. Теплостойкость по Мартенсу составляет 160 °С.

3. Предел прочности при растяжении 4000–5000 кг/см<sup>2</sup>.

4. Прочность не снижается при кратковременном нагревании до  $t = 200$  °С и при трехчасовом нагревании при  $t = 100$  °С. По другим данным, нагревание в течение 1 ч при  $t = 120$  °С снижает прочность на 7,5 %, а в течение 3 ч – на 19,3 %.

5. Канаты из капронового волокна не подвержены коррозии и не обрастают микроорганизмами, мало гигроскопичны и стойки по отношению к гниению.

6. Канаты обладают высоким относительным удлинением (20–40 %).

7. Качество каната из капрона ухудшается под действием интенсивного солнечного света и ветра.

8. При частом трении каната о твердые шероховатые поверхности (борт судна, лебедки) волокна его поверхностных слоев рвутся и канат начинает разлохмачиваться.

9. Усадка отсутствует, а следовательно, капроновый канат при намокании не уплотняется, что отрицательно влияет на прочность заделки.

10. Канат при укладывании в бухте образует „колышки”.

Таблица 10. Сравнительная характеристика свойств канатов, изготовленных из разных материалов

Канаты из пряжи нейлона или капрона						Пеньковые специальные канаты				Металлические канаты (тросы)							
Диаметр каната, мм	Масса 100 пог. м, кг	Разрывное усилие каната				Диаметр каната, мм	Масса 100 пог. м, кг	Разрывное усилие		Диаметр каната, мм	Масса 100 пог. м, кг	Разрывное усилие					
		повышенное		нормальное													
		тс	кН	тс	кН			тс	кН			тс	кН				
15,9	14,8	3,9	38,0	3,7	36,5	15,9	22,4	1,4	13,8	15,0	68	7,98	77,5				
19,1	21,3	5,64	55,4	5,34	52,5	19,1	33,0	2,02	20,0	18,5	110	12,5	117,0				
20,7	25,0	6,8	66,0	6,46	63,2	20,7	38,4	2,23	22,0	20,5	120	15,2	150,0				
23,9	33,0	8,8	86,0	8,35	82,0	23,9	50,7	3,06	30,0	24,0	180	21,0	203,0				
31,8	59,2	15,69	152,0	14,6	144,0	31,8	89,7	5,03	50,0	32,0	300	36,1	355,0				
36,6	79,2	20,7	205,0	19,5	190,0	—	—	—	—	37,0	420	50,0	490,0				

## § 9. Якорная цепь

Якорные цепи (рис. 45) состоят из отдельных звеньев с распорками или без распорок.

Якорные цепи изготавливают трех типов (категорий):

нормальной прочности (категория 1, 310 МПа, относительное удлинение 25 %) – сварные и кованые из стали категории 1а калибром от 11 до 73 мм;

повышенной прочности (категория 2, 500 МПа, относительное удлинение 22 %) – сварные и кованые из стали категории 2а калибром от 40 до 152 мм;

особо высокой прочности (категория 3, 700 МПа, относительное удлинение 17 %) – сварные и кованые из стали категории 3а калибром от 20,5 до 152 мм.

Преимущественно применяются якорные цепи с распорками и очень редко без распорок. Цепи с распорками в 1,4 раза прочнее цепей без распорок при одном и том же калибре цепи. Одновременно с цепями нормальной прочности промышленность изготавливает электросварные цепи с распорками повышенной прочности, которые на 40 % прочнее таких же цепей нормальной прочности.

Якорную цепь изготавливают из отдельных кусков цепи, называемых смычками. Длина смычки 22,9 м (12 морских саженей по 6 футов), по правилам Регистра СССР длина смычки 25 м. На концах смычки



Рис. 45. Якорная цепь

1 – концевая скоба; 2 – концевое звено; 3 – увеличенное звено; 4 – вертлюг; 5 – соединительное звено; 6 – общее звено

$L$  – длина якорной цепи;  $n$  – число смычек

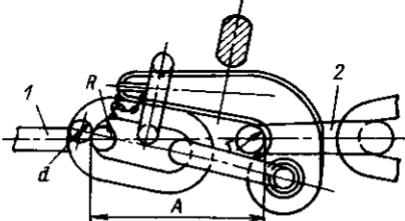
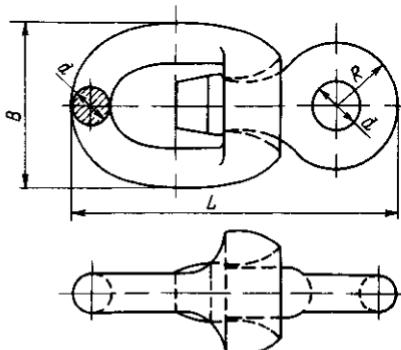


Рис. 46. Вертлюг

Рис. 47. Глаголь-гак жвака-галса

1 – общее звено; 2 – концевое звено

Таблица 11. Характеристика вертлюга (см. рис. 46)

Калибр якорной цепи, мм	Пробная нагрузка, кН	<i>d</i> , мм	<i>L</i> , мм	<i>B</i> , мм	<i>R</i> , м	<i>d</i> , мм	Масса, кг
11	22,6	13	108	54	20	16	0,42
13	45	16	127	64	23	18	0,70
15	60,7	18	147	74	27	22	1,08
17	79,5	20	170	82	31	24	1,35
19	100	23	185	92	35	28	2,12
22	135	26	215	106	40	32	3,39
25	175	30	245	120	45	36	4,93
28	217	34	275	134	51	40	7,01
31	267	37	300	146	56	44	9,13
34	320	41	330	160	61	48	12,4
37	378	44	360	174	67	52	16,3
40	445	48	390	188	72	56	20,7
43	515	52	415	202	77	60	24,9
46	588	55	450	216	83	64	29,5
49	665	59	480	230	89	70	35,1

Примечание. Основной материал, из которого изготавливают вертлюги, — сталь.

Таблица 12. Характеристика глаголь-гака жвака-галса (см. рис. 47)

Калибр якорной цепи, мм	Пробная нагрузка, кН	<i>A</i> , мм	<i>d</i> , мм	<i>R</i> , мм	<i>r</i> , мм	Масса, кг
11	22,7	85	13	9,5	10	0,78
13	45	96	15	11,0	11	1,15
15	60,7	115	16	13,0	12	1,60
17	79,3	132	19	16,0	14	2,45
19	100	155	22	18,0	17	3,70
22	135	174	25	20,0	20	5,62
25	173	196	28	22,0	22	8,20
28	217	218	31	24,0	24	11,00
31	266	244	34	26,0	25	15,00
34	320	264	37	28,0	27	18,10
37	378	290	40	30,0	29	23,70
40	445	306	46	34,0	33	32,25
43	515	332	49	36,0	36	39,35
46	587	352	53	39,5	39	47,00
49	665	380	53	39,5	42	57,50

Примечание. Основной материал — сталь.

устанавливают по два усиленных звена, которые служат для плавного перехода к скобам, соединяющим отдельные смычки цепи.

По концам цепи вводят вертлюги, не позволяющие канату перекручиваться (рис. 46, табл. 11). Внутренний конец цепи крепят к корпусу судна посредством жвака-галса (концевой смычки), состоящего из куска цепи небольшой длины, заканчивающейся откидным гаком (глаголь-гаком), который служит для быстрой отдачи якорной цепи без входа в цепной ящик (рис. 47, табл. 12).

Распорка (контрфорс) в звеньях цепи, приваренная с двух концов к сторонам звена, не предупреждает его деформации при сильном натяжении якорной цепи. Растяжение металла при этом происходит неравномерно, поэтому якорные цепи последнего выпуска имеют звенья с распорками, приваренными лишь с одной стороны, с зазором несколько миллиметров (в зависимости от калибра цепи) между вторым концом распорки и звеном. При натяжении таких звеньев якорной цепи они равномерно растягиваются, и распорки с той стороны, где был зазор, плотно прилегают к телу звеньев.

Смычки якорных цепей соединяются между собой соединительными скобами адмиралтейского типа, для закладывания которых концевые звенья изготавливают без контрфорсов. За концевыми звеньями

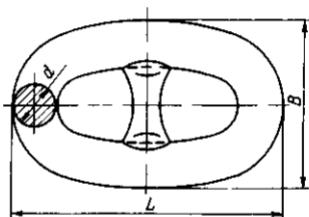


Рис. 48. Общее звено

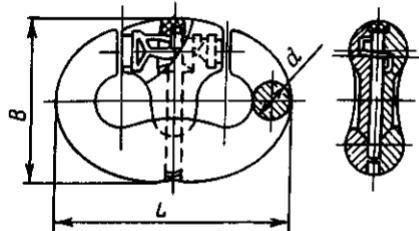


Рис. 49. Соединительное звено для литьих якорных цепей с распорками

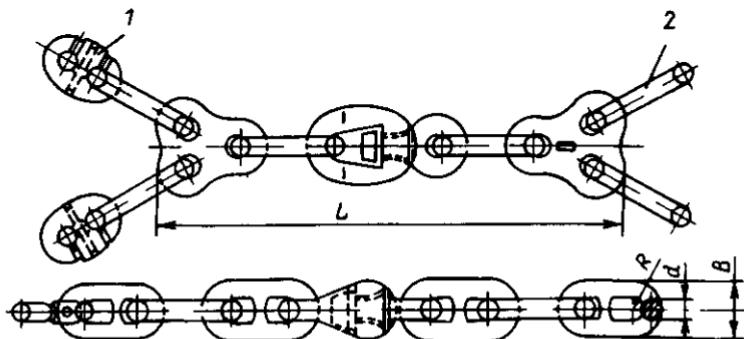


Рис. 50. Фертоинговая скоба

1 — соединительное звено; 2 — концевое звено

Таблица 13. Характеристика общего звена (см. рис. 48)

Калибр якорной цепи, мм	Пробная нагрузка, кН	<i>d</i> , мм	<i>L</i> , мм	<i>B</i> , мм	Масса, кг
13	45,0	13	78	47	0,187
15	60,7	15	90	54	0,29
17	79,3	17	102	61	0,43
19	100	19	114	69	0,59
22	135	22	132	79	0,92
25	173	25	150	90	1,35
28	217	28	168	100	1,87
31	266	31	168	111	2,56
34	320	34	204	122	3,40
37	378	37	222	133	4,35
40	445	40	240	144	5,50
43	515	43	257	155	6,84
46	587	46	276	166	8,37
49	665	49	294	177	10,14
49	665	53	318	191	12,77

Примечание. Основной материал общего звена — сталь. За увеличенное звено принимается общее звено следующего большего размера.

Таблица 14. Характеристика соединительного звена (см. рис. 49)

Калибр якорной цепи, мм	Пробная нагрузка, кН	<i>d</i> , мм	<i>L</i> , мм	<i>B</i> , мм	<i>R</i> , мм	Масса, кг
13	45	13	78	55	9	0,42
15	60,7	15	90	63	10,5	0,67
17	79,5	17	102	74	12	0,82
19	100	19	114	82	13	0,97
22	135	22	132	93	15	1,80
25	173	25	150	105	17	2,28
28	217	28	168	117	19	2,82
31	267	31	186	130	21	5,05
34	320	34	204	142	23	5,91
37	378	37	222	155	25	7,63
40	445	40	240	168	26	9,40
43	515	43	258	180	29	11,1
46	588	46	276	192	31	14,3
49	665	49	294	205	33	18,0

Примечание. Основной материал звена — сталь.

ставят звенья увеличенного диаметра с распорками, что предупреждает резкий переход от увеличенных концевых звеньев к нормальному (рис. 48). Однако эти соединительные скобы, требующие увеличенных концевых звеньев, при прохождении через брашиль, клюзы и стопоры вызывают толчки и нередко соскаивание якорных цепей с барабана и звездочки шпила или брашиля. Поэтому обыкновенные соединительные скобы заменяют патентованными, из которых наибольшее распространение получили соединительные звенья и скобы, показанные на рис. 49. Эти скобы, не отличаясь по размерам от нормальных звеньев, исключают необходимость в увеличенных концевых звеньях, обеспечивая равномерность якорной цепи по размерам звеньев (см. рис. 47 и 50).

С якорем цепь соединяют якорной скобой, отличающейся от соединительной скобы несколько большими размерами.

Характеристики общего и соединительного звеньев приведены в табл. 13 и 14. В табл. 15 представлена характеристика фертоинговой скобы.

Чтобы предупредить задевание цепи за клюз или стопор при отдаче якорей и возможный ее разрыв, соединительные скобы заводят так, чтобы их закругленные части были обращены к якорю. Якорная скоба заводится болтом к скобе якоря.

Для обеспечения якорных стоянок научно-исследовательских судов и плавучих буровых установок на больших глубинах используется динамический метод удержания судна в заданной точке с помощью подруливающих устройств и управляющих или счетно-решающих комплексов без ограничения по глубине моря в месте стоянки или статический метод с помощью якорных глубоководных устройств для стоянки на глубинах до 500 м.

Таблица 15. Характеристика фертоинговой скобы (см. рис. 50)

Калибр якорной цепи, мм	Пробная нагрузка, кН	$L$ , мм около	$B$ , мм	$B_1$ , мм	$d$ , мм	$R$ , мм	Масса, кг
49	1300	1557	342	198	58	41,0	268
53	1520	1695	373	214	63	44,0	338
57	1760	1832	398	229	67	47,5	420
62	2080	1975	431	250	73	52,0	522
67	2370	2123	464	270	79	56,0	642
72	2520	2273	500	290	85	60,0	758
77	2880	2425	535	314	91	64,0	953
82	3120	2580	568	330	97	68,0	1147

Примечание. Основной материал — сталь.

В глубоководных устройствах применяются якоря с повышенной держащей способностью, а в качестве якорных связей обычно используют стальные канаты постоянного или переменного сечения по длине.

Использование стального каната вместо якорной цепи является вынужденным решением, так как нагрузка от силы веса цепи при больших глубинах стоянки поглощает весь запас прочности цепи.

Стальной канат с равной прочностью и одинаковой длины по сравнению с якорной цепью в пять-шесть раз легче ее.

Поскольку наибольшая держащая сила якоря обеспечивается при совпадении цепной линии с осью веретена якоря, для этого у якоря вставляют одну-две смычки якорной цепи; кроме того, провисание якорной цепи позволяет уменьшить величину резких динамических рывков. В случае установки только стального якорного троса его длина по сравнению с длиной якорной цепи должна быть увеличена в два-три раза.

Наиболее целесообразно применять комбинированные якорные связи, состоящие из цепи, крепящейся к якорю, и стального каната. При глубине стоянки около 500 м комбинированная якорная цепь составляет 500–550 м якорной цепи и 1500 м стального каната.

Комбинированный якорный трос и якорная цепь вызывают целый ряд конструктивных эксплуатационных неудобств в части шпилей – лебедок, стопорных устройств и т. д. В связи с этим в ряде случаев применяют два не связанных между собой якорных устройства: обычные с якорной цепью на глубинах до 100 м и с традиционными устройствами и механизмами и глубоководные на больших глубинах с использованием якорных лебедок и стального троса. Такое решение принимается для плавучих буровых установок и различных научно-исследовательских судов, но неприемлемо для боевых судов из-за экономии их веса.

## § 10. Испытания и приемка якорных цепей

Якорные цепи (с распорками и без распорок) кузнечно-горновой сварки, электросварные, литые и штампованные проверяют на соответствие материала заданной марке по сертификату. Приемку производят по внешнему виду, размерам, сопряжению и взаимоподвижности частей, по весу (для смычек), по результатам испытаний на разрыв и на растяжение, а приемку литых цепей – и по результатам испытаний на удар.

**Испытание на разрыв.** Соединительные и концевые скобы, соединительные звенья и концевые с распорками, вертулги и глаголь-гаки жвака-галсов для испытания на разрыв разбивают на группы однотипных деталей или узлов по технологии производства и по калибрам; штамповочные детали и узлы, – кроме того, по маркам материала, а литые – по плавкам.

Группы сварных, кованых и литых деталей и узлов должны состоять не более чем из 50 единиц, штампованных – 25 единиц. От

каждой группы испытанию подвергают один образец (деталь или узел), отобранный и заклейменный заказчиком или представителем Регистра СССР. Фертоинговую скобу на разрыв не испытывают.

При неудовлетворительных результатах испытаний должно быть проведено повторное испытание двойного количества образцов. В случае разрыва при повторном испытании хотя бы одного образца при нагрузке, равной разрывной или меньше ее, эти детали должны быть забракованы. Однако допускается подвергнуть их повторной термической обработке и представить к испытанию вновь. При неудовлетворительных результатах второго испытания детали бракуют.

Для испытания смычек якорной цепи кузнечно-горновой сварки или электросварной стандартной длины от нее должен быть взят один образец, состоящий из пяти звеньев для смычки калибром до 13 мм и из трех звеньев для смычки калибром 13 мм и более.

Для цепей без распорок, не разделенных на смычки, для испытаний на разрыв берут один пятизвенный образец от каждого 50 м длины цепи. При испытании смычек длиной менее стандартной должен быть отобран один образец: от каждого 25 м суммарной длины смычек для цепей калибром 13 мм и более и от каждого 50 м суммарной длины смычек калибром до 13 мм.

Для электросварной смычки допускается изготавливать образец непосредственно после изготовления смычки при одинаковом режиме сварки.

При испытании штампованной смычки берут трехзвенный образец, отрезанный от любого конца смычки или собранный из отдельных полузвеньев из того же материала, что и звенья смычки.

Для литьих смычек отливают трехзвенные образцы, состоящие из звеньев, плавки которых соответствуют плавкам звеньев смычек. Термическую обработку смычек и образцов следует производить совместно.

Если несколько смычек состоят из звеньев одинаковых плавок, образцы для всех этих смычек являются общими.

До начала испытания необходимо измерить и занести в журнал испытаний длину каждого звена образца. После замера длины звеньев образец устанавливают на цепепробный пресс и, постепенно натягивая его, доводят до разрушения; при этом нагрузка должна превышать установленную разрывную нагрузку для калибра образца.

Количество трехзвенных образцов, доводимых при испытании до разрушения, должно составлять (от общего количества) не менее 5 % для смычек кузнечно-горновой сварки и электросварных и не менее 10 % для литьих и штампованных смычек. Натяжение остальных образцов прекращают при достижении нагрузки, превышающей установленную разрывную на 10 %.

Длины неразорвавшихся звеньев образца, доведенного до разрушения, должны быть замерены, и по результатам замера до и после испытания определяют относительное удлинение звеньев при разрыве.

Относительное удлинение звеньев при разрыве должно составлять 7 % для цепей кузнечно-горновой сварки и электросварных

с распорками, 8 % для сварных без распорок и 2,5 % для штампованных цепей. Для литых цепей относительное удлинение не определяют.

Если образец смычки кузнечно-горновой сварки, электросварки или штампованной не выдержал испытания, то испытывают два новых образца, отобранных от той же смычки. В случае неудовлетворительных результатов повторного испытания смычка должна быть забракована.

Электросварную смычку, не выдержавшую повторного испытания, после термической обработки допускается предъявить к испытанию вновь, при получении неудовлетворительных результатов и в этом случае смычку бракуют.

Если в испытываемом литом образце звено какой-либо плавки не выдержало испытания, подвергают повторному испытанию два звена данной плавки, которые могут находиться как в одном, так и в двух образцах.

При неудовлетворительных результатах повторного испытания смычки может быть повторно термически обработана совместно с новым образцом и предъявлена к испытаниям вновь. При отсутствии нового образца допускается брать образец от любого конца смычки.

Если после повторной термической обработки образец не выдержит испытания, то звенья плавки, давшей неудовлетворительные результаты, должны быть забракованы и удалены из смычки.

**Испытание на растяжение.** Испытание деталей, узлов и смычек на растяжение должно производиться лишь по получении удовлетворительного результата испытания на разрыв.

Скобы, вертлюги, соединительные и концевые звенья с распорками подвергают испытанию на растяжение отдельно или вместе со смычками пробной нагрузкой, соответствующей калибру цепи. Фертоинговые скобы и глаголь-гаки испытывают отдельно от смычек.

Начальную длину смычки измеряют под нагрузкой, равной 20 % пробной. После измерения начальной длины смычки нагрузку плавно доводят до пробной, и под этой нагрузкой выдерживают смычку столько времени, сколько потребуется для измерения ее длины. Затем нагрузку снижают до 20 % пробной и вновь измеряют длину смычки, которая должна быть в пределах 25–27 м.

По результатам замера смычки определяют относительное остаточное удлинение, которое фиксируют в журнале испытаний.

## § 11. Якорные клюзы

Якорные клюзы (рис. 51) должны предусматриваться на всех судах, у которых масса станового якоря больше 50–75 кг. Стоп-анкеры массой до 1000 кг могут храниться как в клюзе, так и на палубе. В случае хранения их вне клюза могут использоваться кормовые буксирные клюзы или швартовные клюзы. Стоп-анкеры массой более 1000 кг должны храниться в кормовых клюзах.

При хранении станового якоря вне клюза необходимо иметь по одному специальному клюзу-кипу с каждого борта для прохождения цепи или троса. В качестве клюзов-кипов для якорных канатов могут применяться стандартные киповые планки.

К якорным клюзам предъявляются следующие требования:

1. Якорный канат при проходе через клюз не должен ломаться, т. е. он должен работать только на растяжение, а не на изгиб. Наружные рабочие кромки клюза должны иметь максимальный радиус закругления (насколько это позволяют укладка якоря, размеры и форма клюза). Радиус закругления клюза у входа цепи на палубу должен быть возможно большим и не менее 10 калибров цепи. Длина дуги этой части клюза должна обеспечивать размещение на ней не менее трех звеньев.

2. Якорь должен свободно входить в клюз под натяжением якорного каната и легко выходить из него при отдаче. Размер отверстия клюза в свету должен обеспечивать совместное прохождение фертоинговой скобы и одной цепи становового якоря, а также заводку цепи в клюз при наличии в последнем якоря и возможность при этом отдачи якоря.

3. Бортовые трубы клюзов должны находиться выше ватерлинии, чтобы на ходу судна якоря не создавали бурунов, а при килевой качке не давали фонтанирующего брызгообразования. Указанное обстоятельство имеет большое значение для быстроходных судов: фонтанирующее брызгообразование помимо дополнительного сопротивления демаскирует судно и облегчает его визуальное обнаружение.

Якорь, уложенный в клюзе, по возможности не должен выступать за обводы борта.

4. Якорные клюзы желательно располагать возможно ближе к носу, но с таким расчетом, чтобы якорь не мог задевать лапами за форштевень и киль судна при выбирании тросов и цепей в случае крена судна на противоположный борт до 5°.

Ввиду сложности выбора конструктивных элементов якорных клюзов их форму и расположение при постройке головного судна на заводе-строителе проверяют макетированием в натуральную величину. При этом добиваются придания клюзу такой формы и такого расположения, чтобы обеспечивалась легкая отдача якоря и втягивание якоря в клюз.

При проектировании якорных клюзов рекомендуется диаметр труб круглых клюзов при втяжных якорях брать равным 10 калибрам якорной цепи. Диаметр труб, предназначенных только для прохода якорной цепи, может быть уменьшен до 7 калибров якорной цепи.

Диаметр и длину якорных клюзов определяют по приближенным формулам:

для стандартных бесштоковых втяжных якорей

$$D = (3,2 + 3,4) \sqrt[3]{G}; \quad L = (15 \div 16,5) \sqrt[3]{G};$$

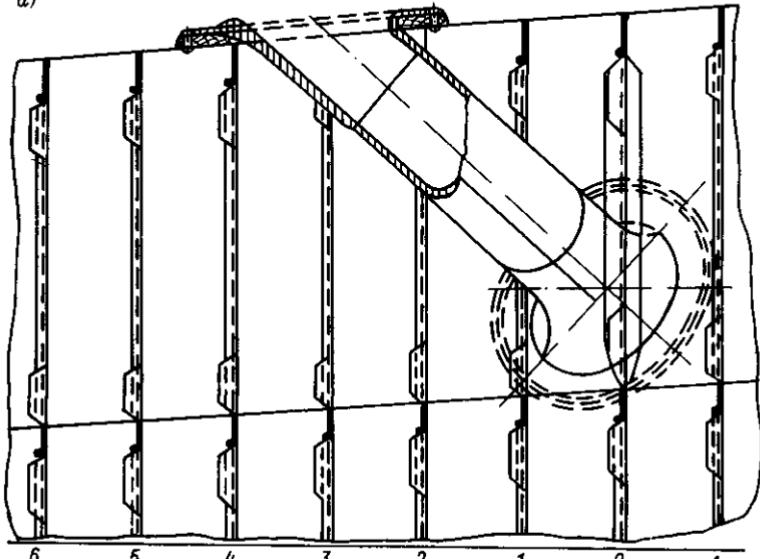
для якорей с повышенной держащей способностью (катерных якорей)

$$D = (4 + 5) \sqrt[3]{G}; \quad L = 20 \sqrt[3]{G},$$

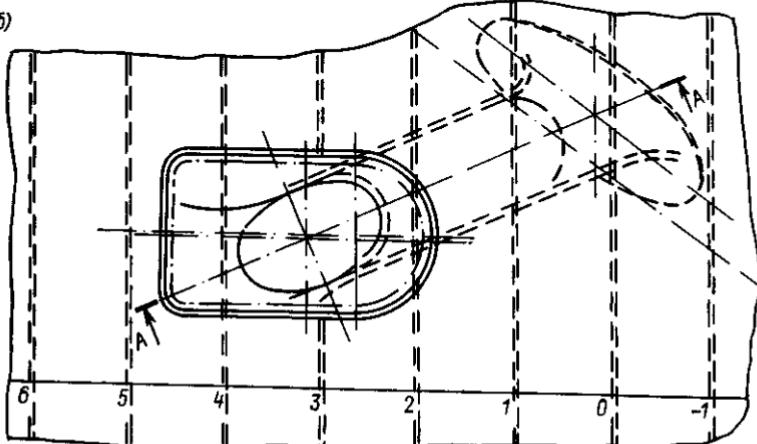
где  $G$  – масса якоря, кг;  $D$  – диаметр клюза, см;  $L$  – длина клюза, см.

Толщину рабочей части сварного клюза (где проходит цепь) следует принимать не менее 0,45 калибра якорной цепи. В клюзах палубного типа предусматривают, чтобы веретено втянутого в клюз якоря укладывалось на палубу.

a)



б)



Для улучшения условий отдачи якоря верхнюю часть палубного клюза следует делать с меньшим углом наклона к горизонту.

Бортовые и палубные клюзы из-за сложности их формы чаще всего изготавливают стальными литыми и реже сварными.

Клюзовые трубы сваривают из двух листов, причем нижнюю лотковую часть клюзовой трубы рекомендуется делать более толстой вследствие большей ее изнашиваемости.

Наружная обшивка и палуба в районе клюзов, цепных стопоров и на пути якорной цепи к шпилю или брашпилю должны быть утолщенными или иметь накладные листы.

Палубные клюзы должны обеспечивать свободный проход цепи в цепной ящик, для чего предусматривают соответствующие радиусы закругления клюзов. Диаметр палубного клюза принимают равным не менее 7 калибров якорной цепи.

При наличии брашпиля палубные клюзы должны располагаться вертикально под сбегом цепи с кулачкового барабана брашпиля. Допускается отклонение направления якорной цепи от кулачкового барабана к палубному клюзу в нос от вертикали на угол 10–15°.

При наличии шпилля палубные клюзы располагают на некотором расстоянии в нос по касательной к кулачковому барабану шпилля параллельно диаметральной плоскости. Палубные клюзы должны иметь крышки, которые закрывают их растрub, выходящий на палубу, для предотвращения попадания больших масс воды внутрь судна через клюз и для стопорения набранной на палубу якорной цепи от

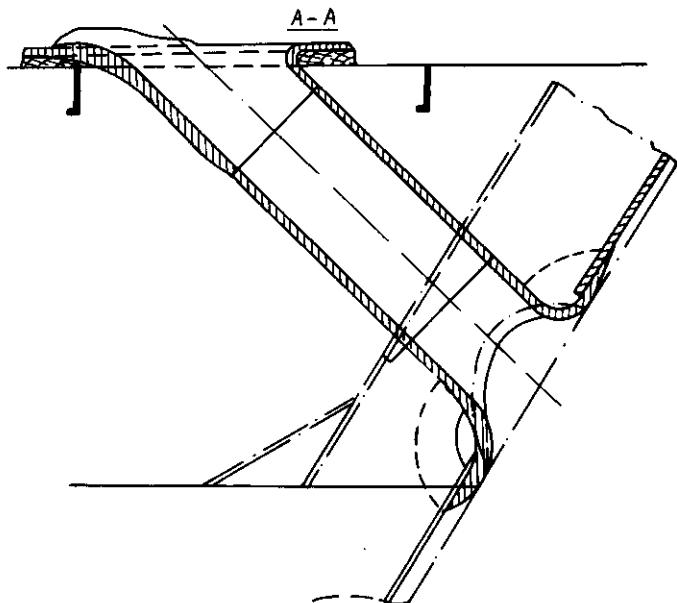


Рис. 51. Клюз: а – продольный разрез; б – план левого борта

втягивания ее под действием собственного веса обратно в цепной ящик. Борта деревянных судов в районе якорных клюзов следует оковывать стальными листами.

### § 12. Стопоры для якорного каната

При длительной стоянке судна на якоре и для походного крепления якорей, а также для работ при маневрировании с помощью якорей применяются кулачковые стопоры Легофа, винтовые стопоры, эксцентриковые стопоры и цепные стопоры (карги).

Стопор Легофа состоит из литой наклонной подушки с прорезью для звеньев якорной цепи, проходящих в вертикальной плоскости, и колодки, поднимающейся и опускающейся с помощью эксцентрикового кулачка с рукояткой (рис. 52, табл. 16).

При опущенной колодке горизонтальное звено якорной цепи упирается в выступ плиты и благодаря этому стопорится. Для надежного стопорения закладывают чеку в отверстия дуги, имеющейся на стопоре.

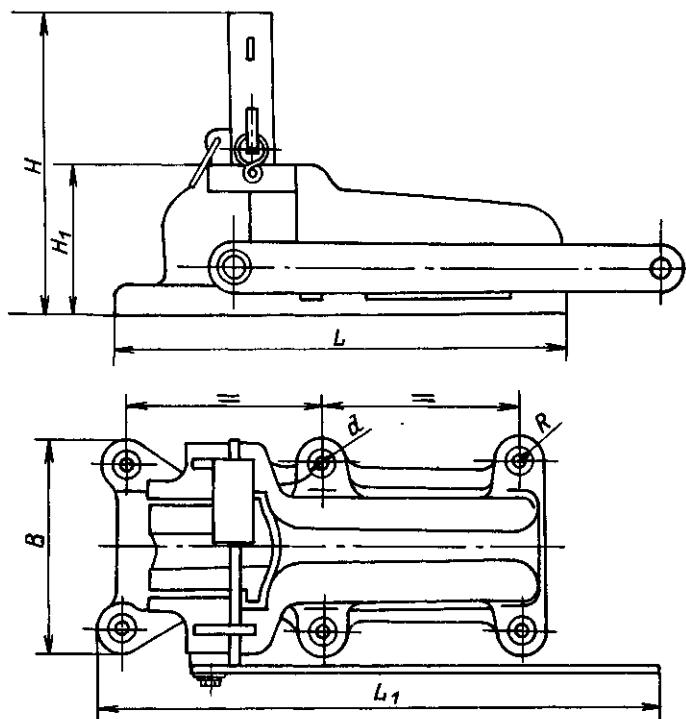


Рис. 52. Стопор Легофа

Таблица 16. Характеристика стопора Легофа (см. рис. 52)

Калибр цепи, мм	<i>L</i> , мм	<i>L</i> <sub>1</sub> , мм	<i>B</i> , мм	<i>R</i> , мм	<i>d</i> , мм	<i>H</i> , мм	<i>H</i> <sub>1</sub> , мм	Масса, кг
13–15	370	465	170	20	15	252	120	16,5
17–19	434	512	199	22	17	300	150	26,5
22–25	510	630	235	25	22	361	188	46,0
28–31	596	748	261	28	26	406	210	67,0
34–37	684	867	309	32	29	471	240	100,0
40–43	770	985	360	35	32	531	270	140,0
46–49	884	1107	404	42	40	574	297	193,0
53–57	1000	1235	455	50	46	629	385	244,0

Примечание. Основной материал — сталь.

Таблица 17. Характеристика винтового стопора (см. рис. 53)

Калибр цепи, мм	<i>L</i> , мм	<i>B</i> , мм	<i>B</i> <sub>1</sub> , мм	<i>H</i> , мм	<i>H</i> <sub>1</sub> , мм	<i>i</i> , мм	<i>i</i> <sub>1</sub> , мм	<i>c</i> , мм	<i>d</i> , мм	Масса, кг
13–15	400	200	413	205	78	70	105	115	20	30,7*
17–19	450	240	473	250	95	75	120	145	22	48,1
22–25	500	280	567	295	105	80	130	180	24	73,8
28–31	550	310	673	340	125	80	155	200	25	107,0
34–37	600	360	779	390	135	90	165	230	29	155,2
40–43	670	420	868	440	150	100	185	270	32	227,0
45–49	770	480	983	505	175	120	210	310	39	341,0**

\*Основные материалы — чугун, сталь.

\*\*Основной материал — чугун.

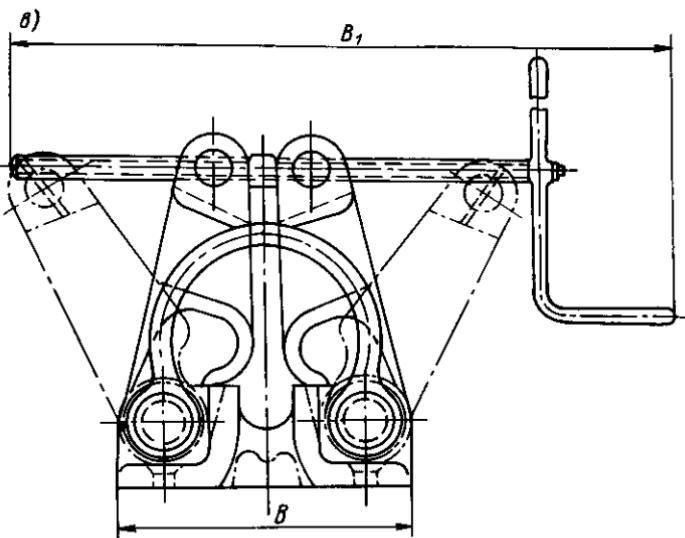
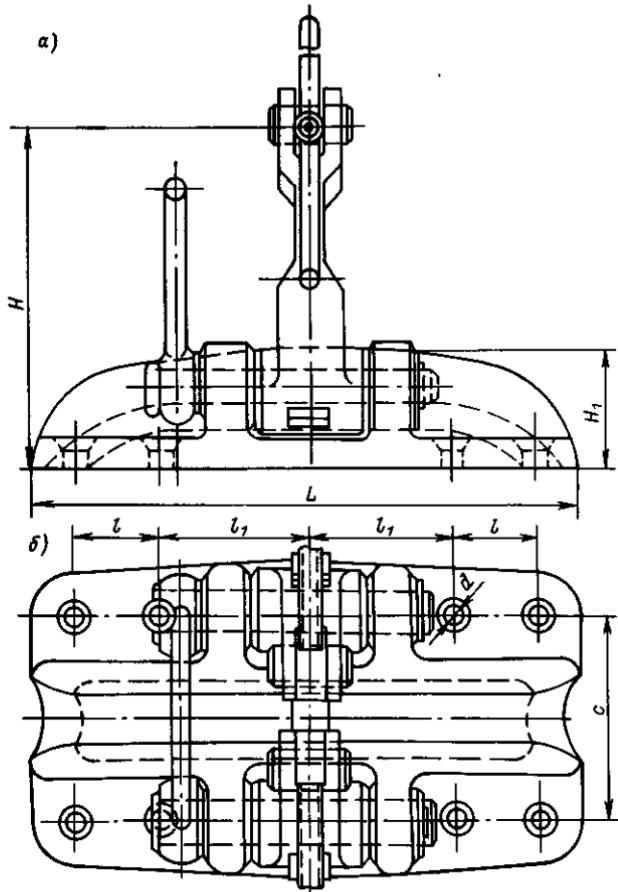


Рис. 53. Винтовой стопор для цепей с распорками: а – боковой вид; б – вид сверху; в – вид с торца

Таблица 18. Характеристика цепного стопора, изображенного на рис. 55

Наименьшая масса якоря, кг	Пробная нагрузка, кН	<i>B</i> , мм	<i>D</i> , мм	Масса без общих звеньев, кг
100	4,4	16	10,5	0,90
300	7,35	16	10,5	1,25
450	10,7	20	12,5	1,66
700	15,3	24	16,5	3,33
1000	21,5	28	18,5	4,00
1500	31,3	32	22,0	6,80
2250	42	36	25,0	9,30
3000	54	40	29,0	13,60
4000	66,5	45	33,0	18,20
4500	90	50	37,0	28,60
6000	115	58	41,0	38,50
8000	145	64	46,0	51,70
11 000	215	—	—	92,30

Примечание. Основной материал — сталь. Длину смычек для каждого судна выбирают отдельно.

Винтовые стопоры применяются для якорных цепей большого калибра (рис. 53, табл. 17).

Эксцентриковые стопоры (рис. 54) широко используются на малых судах, имеющих якорные цепи калибром до 13 мм включительно. Преимуществом эксцентриковых стопоров является их малая масса по сравнению со стопорами других конструкций. Кроме того, эксцентриковые стопоры могут применяться для якорных канатов из стальных или органических тросов.

При длительной стоянке судов на якоре якорные канаты крепят на битенгах, кнектах или цепных стопорах.

Как исключение, в благоприятную погоду допускается стоянка судов на якоре с закреплением якорного каната на стопорах Легофа, винтовых или эксцентриковых.

Цепной палубный стопор представляет собой кусок цепи из нескольких звеньев, на одном конце которого расположен глаголь-гак, а на другом находится соединительная скоба, которую крепят к обуху на палубе. Глаголь-гаком захватывается любое необходимое звено якорь-цепи (рис. 55 и 56, табл. 18).

После подъема якорь подтягивают цепными стопорами, в которых средние звенья заменены талрепами. На рис. 57 показан стопор-якорь цепи на бушприте, применяемый на речных судах, на рис. 58 — палубный стопор-клюз и на рис. 59 — подпалубный стопор для цепного каната.

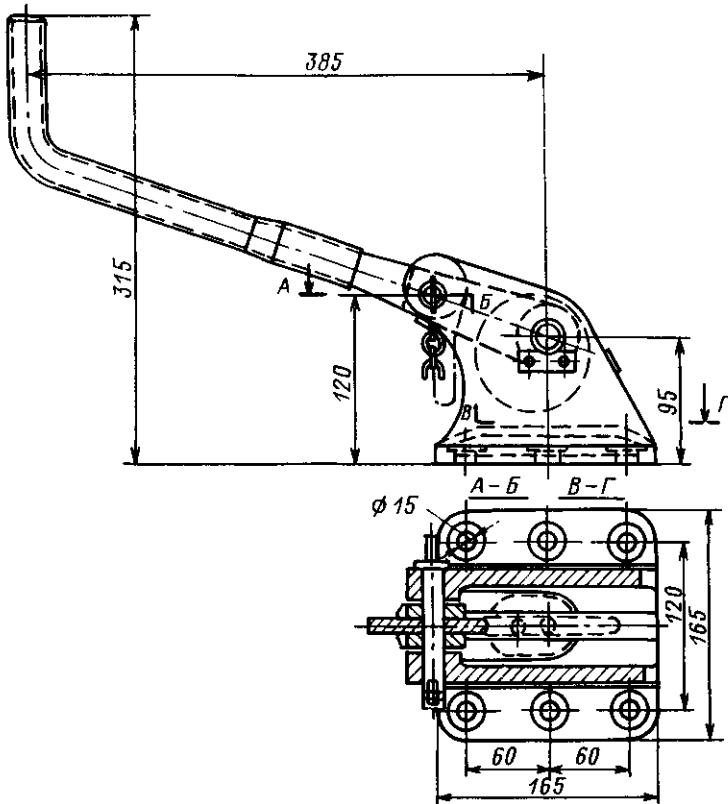


Рис. 54. Эксцентриковый стопор для цепи калибром 11–13 мм

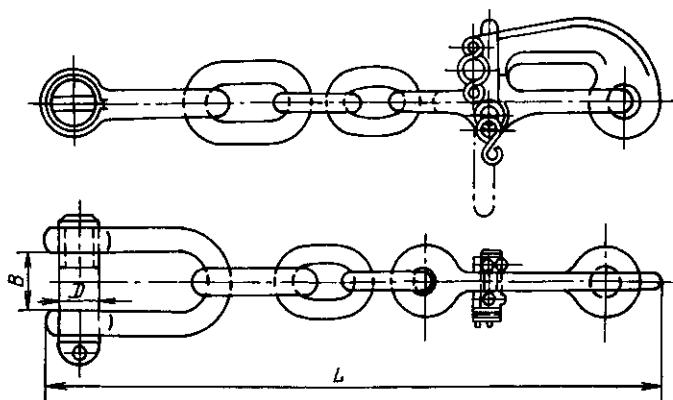


Рис. 55. Цепной стопор

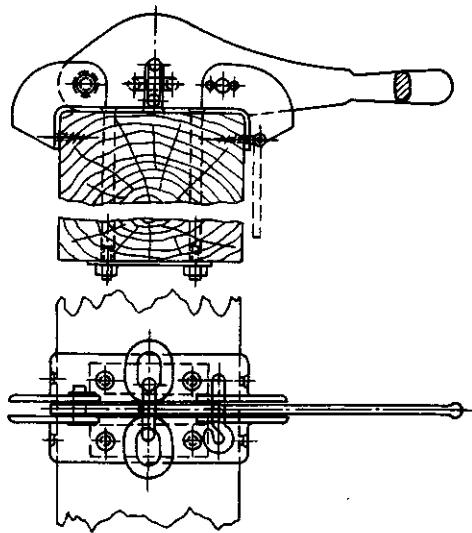
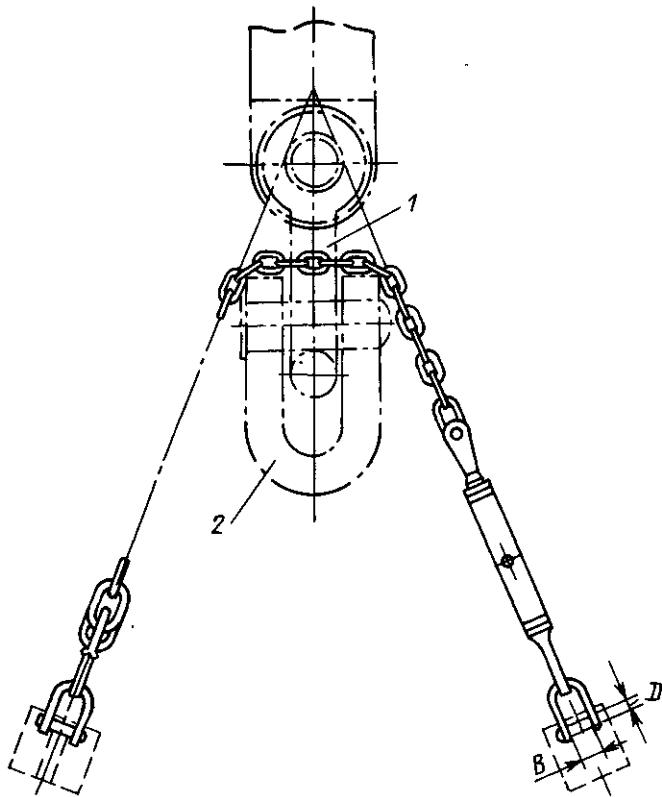


Рис. 56. Цепной стопор для стоянки судна на якоре и для крепления якоря по-посадочному

1 – скоба якоря; 2 – концевая скоба

Рис. 57. Стопор для цепи на бушприте

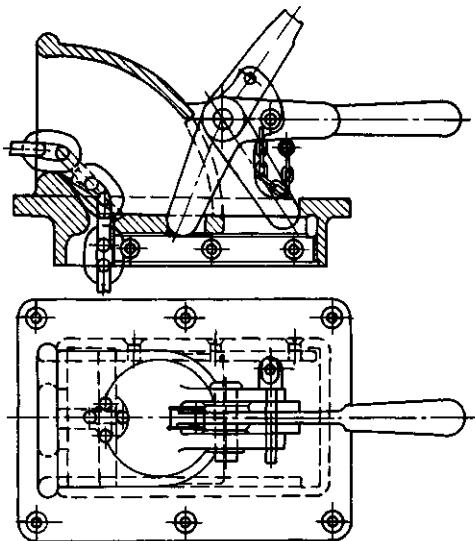


Рис. 58. Палубный стопор-клиоз

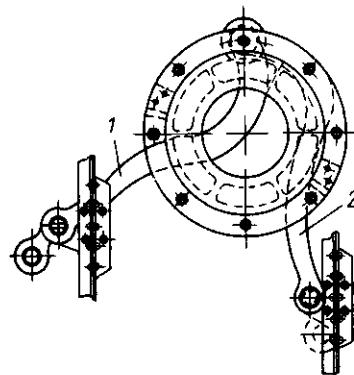
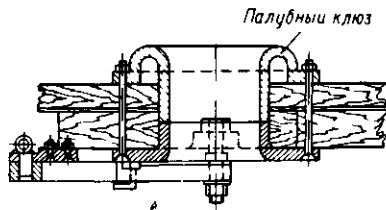


Рис. 59. Подпалубный стопор для цепного каната  
1 – открытое положение; 2 – закрытое положение

1 – открытое положение; 2 – закрытое положение

### § 13. Цепные ящики и откидные гаки для отдачи коренных концов цепей

Цепной ящик должен быть предусмотрен отдельно для каждой якорной цепи или общий для двух цепей с разделительной переборкой.

Цепные ящики должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Размеры и расположение цепного ящика должны обеспечивать самоукладку цепи в нем. Для достижения лучшей самоукладки цепи и сокращения объема ящика целесообразно конструировать цепные ящики цилиндрической формы, диаметром, равным 30–35 калибрам цепи (рис. 60).

Объем цепного ящика выбирают из расчета  $V = kd^2$  на каждые 100 м длины каната. Здесь  $V$  – объем цепного ящика,  $\text{м}^3$ ;  $k$  – эмпирический коэффициент ( $k = 0,00085 \div 0,0010$  в зависимости от аккуратности укладки цепи);  $d$  – калибр цепи, мм.

Объем цепного ящика также можно выбирать из расчета 0,40–0,43  $\text{м}^3$  на 1 т якорной цепи при укладке цепи с растаскиванием и 0,45  $\text{м}^3$  при укладке цепи без растаскивания.

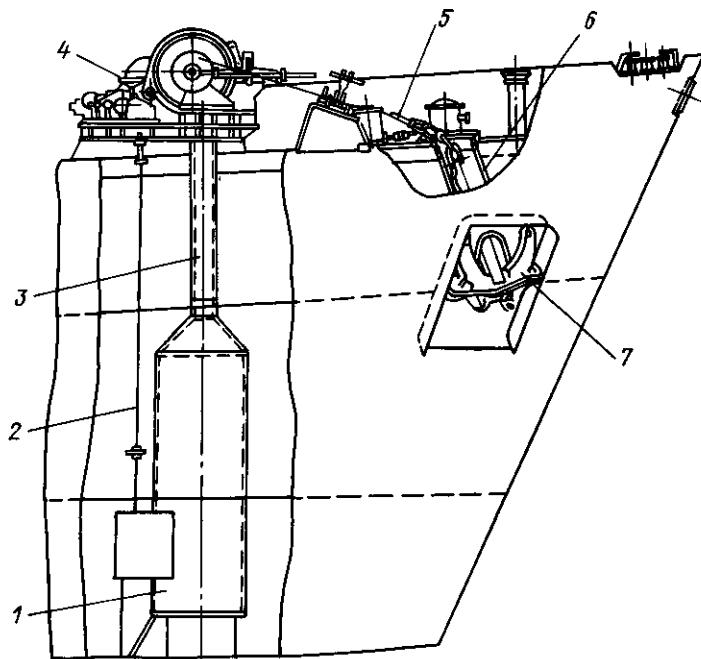


Рис. 60. Якорное устройство

1 – цепной ящик; 2 – привод отдачи коренного конца; 3 – цепная труба; 4 – брашпиль; 5 – якорь-цепь; 6 – якорный клюз; 7 – якорь

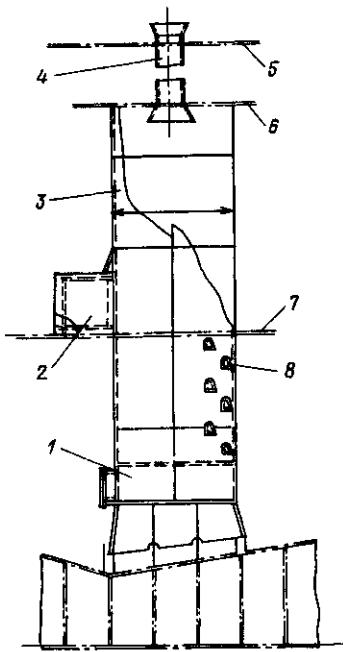


Рис. 61. Цепной ящик цилиндрической формы

1 – грязевой колодец; 2 – ниша откидного гака; 3 – цепной ящик; 4 – труба для якорь-цепи; 5 – палуба бака; 6 – верхняя палуба; 7 – платформа; 8 – ступени

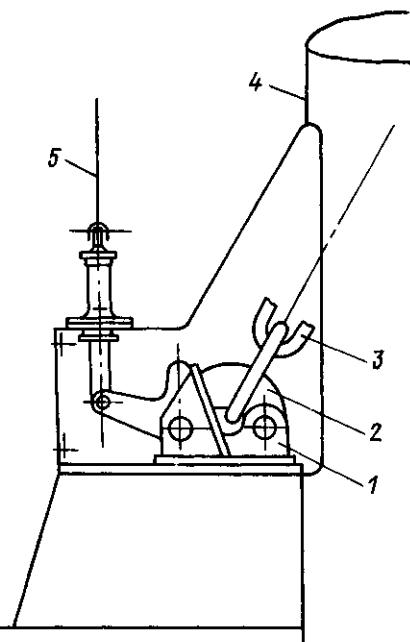


Рис. 62. Приспособление для крепления и дистанционной отдачи коренного конца якорного каната

1 – основание; 2 – откидной гак; 3 – коренной конец; 4 – цепной ящик; 5 – валиковый привод

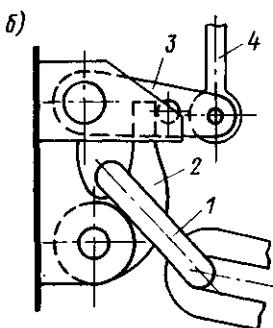
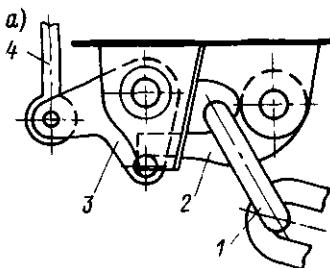


Рис. 63. Устройство для отдачи коренного конца якорной цепи: а – вариант для крепления на крышки цепного ящика; б – вариант для крепления на переборке

1 – концевое звено; 2 – гак; 3 – рычаг; 4 – тяга привода

2. Для доступа в ящик в верхней его части предусматривается горловина.

Цепные ящики должны иметь высоту от 1,2 до 1,8 м над объемом уложенного в цепной ящик якорного каната для возможности растаскивания цепи. На малых быстроходных судах цепные ящики размещаются в форпике без крыши сверху, поэтому доступ к цепному ящику осуществляется непосредственно из форпика. В этом случае дополнительная высота стенок цепного ящика не предусматривается.

3. Цепные ящики внутри должны быть покрыты деревянной обшивкой, они должны иметь решетчатое днище и сточные отверстия для спуска грязи и воды, попадающей в них с якорной цепью.

4. Цепные ящики, размещающиеся в форпике впереди таранной переборки, могут быть проницаемыми (рис. 61). Цепные ящики, расположенные в корму от таранной переборки или в балластной цистерне, должны быть водонепроницаемыми. В первом случае их испытывают наливом воды на 0,5 высоты цепного ящика, а выше – брандспойтом; во втором случае стенки цепного ящика должны быть испытаны на водонепроницаемость, как стенки балластной цистерны.

5. Коренные концы якорных канатов в цепных ящиках крепят с помощью скоб к жестким частям корпуса (килю, переборкам, стрингерам). Причем в коренной конец включают откидной гак (глаголь-гак), располагаемый выше уровня цепи в ящике так, чтобы он не мешал движению цепи при ее отдаче или укладке и выходил наружу из палубного клюза при вытравливании всего якорного каната за борт (рис. 62, 63).

Цепь с глаголь-гаком должна отдаваться усилием одного человека. Для отдачи глаголь-гака, расположенного внутри цепного ящика, предусматривается привод вне цепного ящика в легко доступном месте. Привод должен исключать возможность самопроизвольной или случайной отдачи якорной цепи. Прочность деталей глаголь-гака и возможность отдачи цепи с гака должны быть обеспечены при действии в участке цепи, находящейся за бортом, усилия, равного разрывной нагрузке цепи (при расторможенной и выключенном звездочке в барабане). Для растаскивания якорной цепи в цепных ящиках и на палубе применяются специальные крюки (рис. 64).

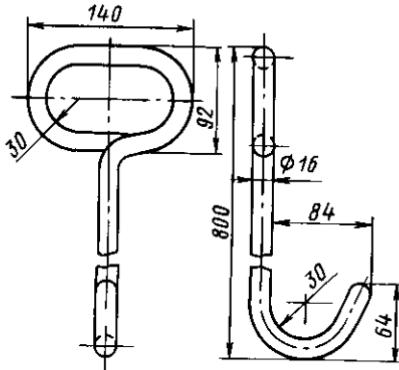


Рис. 64. Крюк для растаскивания якорной цепи

#### § 14. Устройства для отдачи, уборки и хранения якорей

Для втягивания якоря и уборки якорной цепи с палубы служат бортовые и палубные клюзы, средства для выбирания якорной цепи (шпиль, брашпиль<sup>1</sup>), стопоры для якорного каната (кулачковые, винтовые, эксцентриковые и цепные) и цепные ящики.

Для уборки якорей массой 75 кг и выше применяются специальные механизмы – ручные или электрогидравлические шпили и брашпили.

Втяжные якоря втягиваются в клюз и в подтянутом положении хранятся по-походному.

Якоря со штоком, главным образом адмиралтейские, убираются с помощью фишбалок<sup>2</sup>, катбалок<sup>3</sup>, крамболов<sup>4</sup>, кранов, либо через бушприт.

Поднятые с помощью крамбала или другого приспособления якоря кладут или непосредственно на палубу у бортов судна, или на специальные наклонные подушки для облегчения отдачи якорей.

Система якорей определяет характер устройств, необходимых для отдачи, уборки и хранения их по-походному. Для якорей со штоками адмиралтейского типа устройства для уборки наиболее сложны и разнообразны. Веретено якорей адмиралтейского типа из-за наличия штока не может быть втянуто в клюз, поэтому якорь убирают на палубу судна.

На судах старой постройки для поднятия якоря, подтянутого якорным канатом под клюз, и для укладки его на место служили с каждого борта по две поворотные балки – катбалка и фишбалка.

На рис. 65 показан продольный разрез расположения якорного устройства, а на рис. 66 даны схемы расположения якорного устройства в носу и в корме.

В последнее время на малых судах для уборки якоря используется крамбол (рис. 67), обеспечивающий уборку якоря с обоих бортов.

В практике речного судоходства наиболее распространено подвешивание якоря за скобу (рис. 68) или за одну из лап в случае применения четырехлапых якорей с помощью цепи и троса. Крамбол делают либо в виде крана, либо в виде бушприта. Якорный канат зацепляют за якорную скобу, как и на морских судах, и далее он идет через клюз на кулачковый барабан шпилля или брашпилля. При указанной системе уборки якорей якорь отрывают от грунта с помощью цепи или троса, идущих поверх бушприта, через шкив в его ноке, к якорю,

<sup>1</sup> В настоящее время установилась классификация палубных механизмов выбирания якорного каната, согласно которой механизмы с горизонтальным расположением звездочек и барабаном носят название брашпилей, а с вертикальным расположением звездочек – шпилей.

<sup>2</sup> Фишбалка служит для приведения веретена якоря в горизонтальное положение.

<sup>3</sup> Катбалка – передняя балка-брус, предназначенная для поднятия (подтягивания) якоря до уровня верхней палубы.

<sup>4</sup> Крамбол – небольшой ручной кран, служащий для подъема якорей.

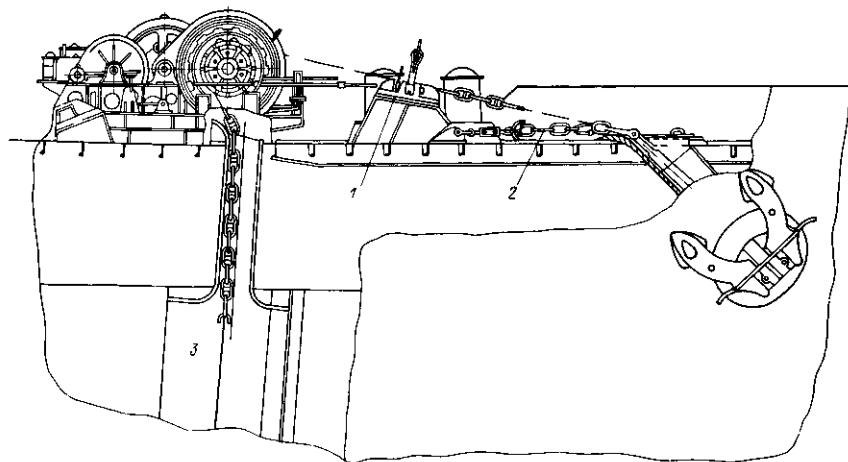


Рис. 65. Продольный разрез якорного устройства

1 - винтовой стопор; 2 - цепной стопор; 3 - цепной ящик

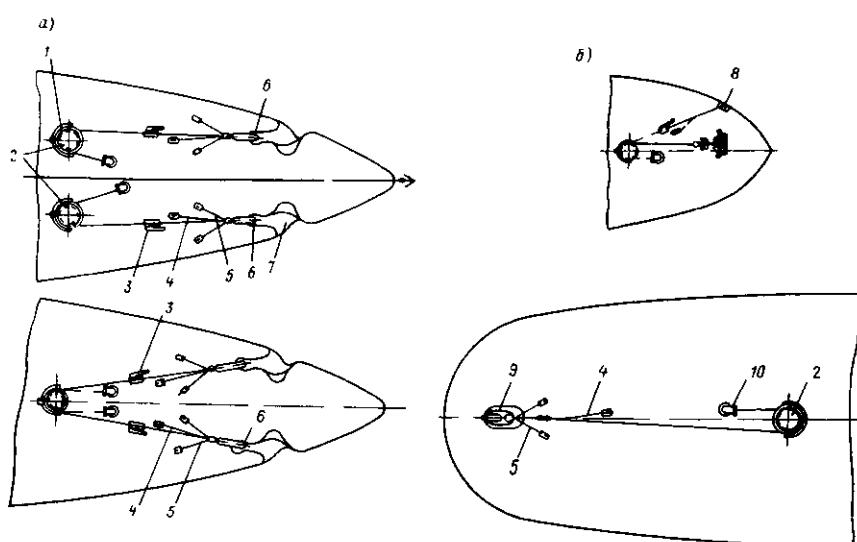


Рис. 66. Схемы расположения якорного устройства в носу (а) и в корме (б)

1 - откидной защитный кронштейн; 2 - шпиль; 3 - стопор для маневрирования судна на якоре; 4 - цепной стопор для стоянки судна на якоре; 5 - цепной стопор для крепления якоря по-походному; 6 - якорь; 7 - якорный клюз; 8 - клюз-кипа; 9 - кормовой клюз; 10 - палубный клюз

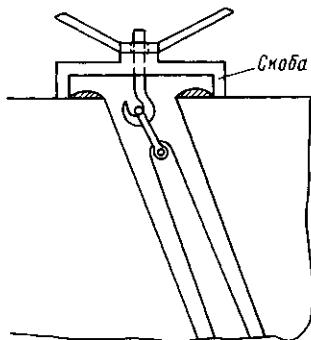
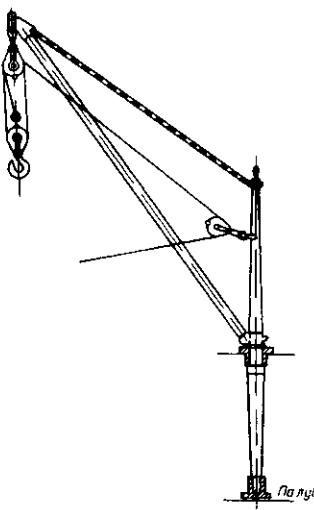


Рис. 67. Крамбол

Рис. 68. Походное крепление якоря скобой

и выбираемых лебедкой или вручную. Якорное устройство речного судна показано на рис. 69.

Конструкция якорных канатов должна быть такова, чтобы их вылет был достаточен для работы за бортом. Кран обычно состоит из вертикального баллера, проходящего через палубу бака и опирающегося на башмак на нижележащей палубе, из укосины и оттяжки.

При расчете крана нагрузку принимают равной  $1,2G$  (где  $G$  – масса якоря) и направление этой силы с углом отклонения  $20^\circ$  для учета возможного крена судна, так как операция по съемке с якоря часто может производиться в свежую погоду.

Для расчета фишбалок и катбалок следует руководствоваться указаниями Регистра СССР: при расчетном усилии, равном трехкратной массе якоря, напряжения во всех сечениях и деталях балок не должны превосходить половины предела упругости материала, из которого они изготовлены.

Для ориентировочного определения прочных размеров баллера крана можно пользоваться следующими зависимостями.

Диаметр баллера  $d_1 = 0,196 \sqrt[3]{G(a + 0,254H)}$ , где  $d_1$  – наибольший диаметр баллера, см;  $G$  – масса якоря со штоком, кг;  $a$  – вылет крана, см;  $H$  – высота нока укосины от палубы, см.

Диаметр баллера в окончностях уменьшают до  $2/3d_1$ . Если баллер пустотелый, то наружный и внутренний диаметры баллера могут быть определены из зависимостей от расчетного значения сплошного баллера:  $D_{\text{нар}} = (1,3 \div 1,4)d_1$ ;  $D_{\text{внутр}} = (1,16 \div 1,25)d_1$ .

Диаметр укосины в середине  $d_2 = 0,5d_1$ ; диаметр оттяжки (при наличии одной)  $d_3 = (0,27 \div 0,30)d_1$ ; диаметр оттяжки (при наличии двух)  $d_3 = (0,20 \div 0,22)d_1$ .

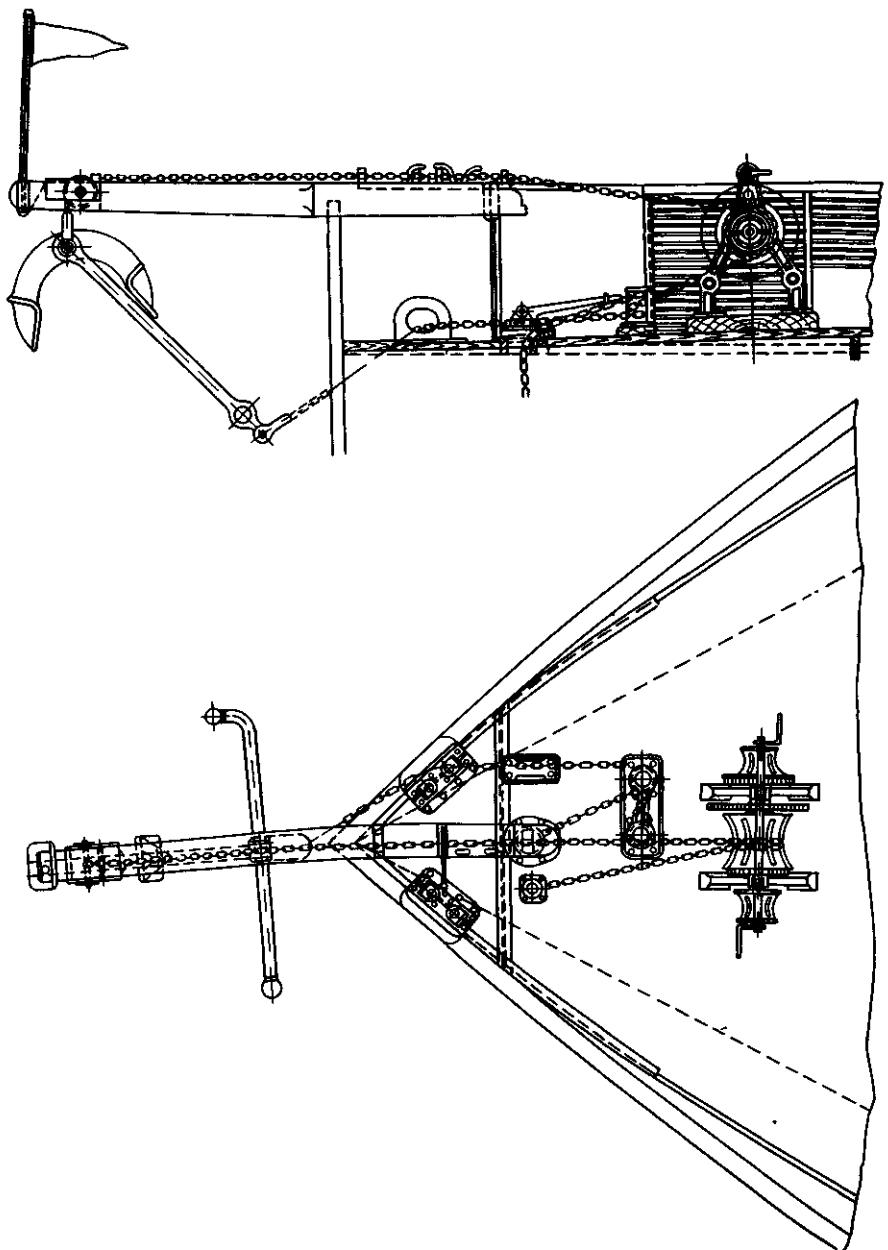


Рис. 69. Якорное устройство речного судна

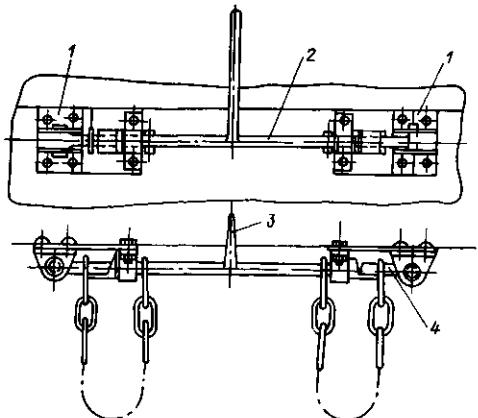


Рис. 70. Якорная машинка

Якоря со штоками отдаются либо из-под клюза, либо с якорной машинки. В первом случае они должны быть предварительно стравлены теми же устройствами, которые служат для их уборки; во втором случае они должны быть предварительно освобождены от крепления по-походному и оставаться на пертулине или рустове. Второй способ является более быстрым, но имеет тот недостаток, что при отдаче якоря устройство, задерживающее якорь,

нужную цепь, непосредственно воспринимает удар. Для уменьшения удара ранее вводились битенги, представляющие собой стальные или чугунные пустотельные тумбы, установленные между клюзами и якорными механизмами (шпиль, брашпиль). В настоящее время для этой цели битенги не применяются, так как суда снабжаются преимущественно бесштоковыми якорями, а используются они главным образом лишь для крепления за них якорных канатов при длительной стоянке судна на якоре, а также для крепления буксирного конца при буксировке.

Система уборки и отдачи бесштоковых якорей крайне проста. Она заключается в том, что при подъеме якоря втягиваются своими веретенами в клюзы до прилегания лап к боковым губам клюзов (до упора) и в таком положении хранятся по-походному; якорный канат стопорят с помощью тех или иных стопоров на палубе.

Для отдачи бесштоковых якорей необходимо лишь отдать стопоры якорного каната и стравить якорную цепь на нужную длину.

Якоря со штоками после подъема их на борт крепят по-походному специальными найтами к обухам, закрепленным на палубе. Иногда якорь крепят особыми цепями — пертулином и рустовом, взятыми через рога и за скобу якоря, к так называемой якорной машинке, предназначеннной для быстрой отдачи якоря. Устройство якорной машинки показано на рис. 70. Стержень 2, вращающийся в обоймах 1, прикрепленных к палубе, имеет два откидных пальца 4, за один из которых закладывается своим последним свободным звеном пертулинъ, а за другой — рустовъ. Кроме того, у стержня имеется средний палец 3, который можно освободить, поворачивая стопор; вследствие натяжения пертулина и рустова, приложенного к пальцам 4, под действием веса подвешенного якоря стержень поворачивается, и якорь может быть быстро отдан.

## ВЫБОР ЭЛЕМЕНТОВ ЯКОРНЫХ УСТРОЙСТВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СУДНА И ПОРЯДОК ХРАНЕНИЯ ЯКОРЕЙ И ЦЕПЕЙ

### § 1. Определение усилий, возникающих в якорной цепи при снятии судна с якоря

При выбирании якорного каната шпилем или брашпилем, подбирающим верхний конец цепи, судно начинает подтягиваться к месту залегания якоря. Нижняя часть цепи, покоящаяся на грунте, постепенно поднимается вверх, компенсируя количество выбранной цепи на верхнем конце, при этом провисающий участок цепи сохраняет примерно свою первоначальную длину и, перемещаясь в пространстве, занимает последовательно ряд параллельных положений.

В течение периода подтягивания при отсутствии волн натяжение якорного каната постоянное и равно

$$T = kp \frac{l_x^2 + h^2}{2h} ,$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий потери на трение цепи о направляющие устройства по пути к звездочке шпилля или брашпилля и зависящий от углов излома якорного каната и коэффициентов трения.  $K$  принимают равным 1,2–1,3;  $p$  – масса 1 пог. м якорного каната, кг;  $h$  – глубина моря в месте якорной стоянки, м;  $l_x$  – длина якорной цепи, вытравленной за борт, м.

В момент отрыва якоря от грунта, наступающего с приходом якорной цепи в отвесное положение („панер“), натяжение цепи на звездочке брашпилля достигает максимального значения, определяемого по формуле

$$\begin{aligned} T_{\max} &= k \left[ \left( 1 - \frac{\gamma_{\text{в}}}{\gamma_{\text{ст}}} \right) \left( G + ph \right) + 2G \right] = 1,25[(1 - 1/7,85)(G + ph) + 2G] = \\ &= 3,6G + 1,1ph, \end{aligned}$$

где  $\gamma_{\text{в}}$ ;  $\gamma_{\text{ст}}$  – удельные веса воды и стали;  $G$  – масса якоря, кг.

Опытное определение усилия отрыва якоря от грунта в положении „панер“ на малых глубинах дает величины, равные четырем массам якоря, а с учетом трения в клюзах наибольшее усилие на шпиле следует принимать для стандартных якорей равным 5,5Г.

Для якорей с повышенной держащей способностью наибольшее усилие на шпиле следует принимать равным 10 массам якоря.

Удачно выбранные конструктивные элементы якорей с повышенной держащей способностью малых масс позволяют им глубоко (целиком) входить в грунт. В этих условиях при длительной стоянке судна на якоре или на вязком грунте усилие для отрыва якоря от грунта может быть большим, чем 10 масс якоря; в подобных случаях (когда мощности шпилля и брашпилля оказываются недостаточными) отрыв якоря от грунта может быть произведен передним ходом самого судна.

## **§ 2. Выбор массы, числа якорей и размеров якорных канатов в первом приближении**

Массу каждого станового якоря рекомендуется предварительно определять по формуле [10]

$$G = cD^{2/3},$$

где  $G$  – масса якоря, кг;  $D$  – водоизмещение судна, т;  $c$  – коэффициент, равный 8–12,5 в зависимости от водоизмещения судна.

Для судов водоизмещением от 800 до 15000 т  $c = 10,0 \div 12,5$ ; от 15000 до 42000 т  $c = 8 \div 11,5$ . Значения коэффициента  $c = 8 \div 11,5$  дают значение массы станового якоря, близкое к массе якорей, рекомендуемой Правилами Регистра СССР.

**Таблица 19. Ориентировочные массы якорных устройств в зависимости от нормального водоизмещения судна**

Нормальное водоизмещение, т	Масса якорного устрой- ства, т	Масса якорного устройства в % от нор- мального водоизме- щения	Нормальное водоизмещение, т	Масса якорного устрой- ства, т	Масса якорного устройства в % от нор- мального водоизме- щения
10–20	0,10	0,48–0,97	1301–1600	21,60	1,3–1,6
21–35	0,15	0,41–0,68	1601–2000	25,40	1,3–1,6
36–50	1,60	3,1–4,3	2001–2500	30,00	1,2–1,5
51–75	2,10	2,8–4,1	2501–3000	37,30	1,2–1,5
76–100	3,50	3,5–4,6	3001–4000	42,40	1,1–1,4
101–125	4,40	3,5–4,6	4001–5000	48,80	1,0–1,2
126–150	4,60	3,0–3,6	5001–6000	63,60	1,0–1,2
151–200	5,80	2,9–3,9	6001–7500	65,60	0,9–1,1
201–250	6,10	2,4–3,0	7501–9000	75,50	0,8–1,0
251–300	6,30	2,1–2,5	9001–11000	88,80	0,8–1,0
301–350	7,80	2,2–2,6	11001–15000	105,10	0,7–1,0
351–450	9,60	2,1–2,7	15001–20000	122,30	0,6–0,8
451–550	12,00	2,2–2,7	20001–28000	141,10	0,5–0,7
551–650	12,30	1,9–2,2	28001–42000	162,00	0,4–0,6
651–800	14,80	1,8–2,2	42001–60000	184,40	0,3–0,4
800–1000	17,10	1,7–2,1	60001–85000	210,0	0,25–0,35
1001–1300	20,60	1,6–2,0			

Диаметр прутка звеньев якорной цепи (калибр цепи) можно найти по эмпирической формуле

$$d = c_1 \sqrt[3]{D},$$

где  $c_1$  – коэффициент, принимаемый в Английском адмиралтействе равным 3,25, во Французском адмиралтействе – 2,85;  $d$  – диаметр прутка цепи, мм.

Для самых больших судов принимается значение калибра якорной цепи станового якоря применительно к последней формуле с коэффициентом  $c_1 = 2$ , для малых –  $c_1 = 3,7$ .

Учитывая, что держащая сила якорей пропорциональна их массе, а держащая сила цепного якорного каната пропорциональна квадрату диаметра прутка цепи, зависимость калибра цепного каната  $d$  от массы якоря  $G$  может быть выражена формулой  $d = c_2 \sqrt{G}$ , где  $c_2$  – некоторая постоянная.

Для морских судов дальнего плавания приближенно можно принять  $d = \sqrt{G}$ .

Для предварительной приближенной оценки масс якорных устройств при разработке эскизных проектов можно также воспользоваться табл. 19, составленной на основании статистических данных современных надводных судов. Однако, указанная таблица не учитывает площадей лобовой и боковой парусности, оказывающих значительное влияние внешних сил, действующих на судно при стоянке на якоре. Поэтому при разработке технических проектов и рабочих чертежей якорных устройств производится окончательный выбор их элементов в зависимости от класса, назначения судов и района плавания.

Снабжение якорями и якорными цепями судов определяют в зависимости от характеристики снабжения (табл. 20), которую находят по формуле

$$N_c = D^{2/3} + 2S_{\text{лоб}} + 0,1S_{\text{бок}},$$

где  $D$  – объемное водоизмещение судна, м<sup>3</sup>;  $S_{\text{лоб}}$  – лобовая площадь парусности, м<sup>2</sup>;  $S_{\text{бок}}$  – боковая площадь парусности, м<sup>2</sup>.

Сделаем следующие пояснения к табл. 20:

1. В таблице якорный канат (цепь) предусматривается только для становых якорей. Тросы для верпов и стоп-анкеров в таблице не предусматриваются.

2. Становой якорь служит для удержания судна на месте. Верп – малый якорь – служит для завозов при различных работах: перетягивании, стаскивании судна с мели и т. д. Массу верпа принимают около 1/3 – 1/2 массы стоп-анкера. Стоп-анкер – самый тяжелый верп, находящийся на данном судне.

3. Суммарную массу якорного каната в предварительных расчетах нагрузки берут на 10 % больше теоретической массы якорных смычек для учета массы концевых, усиленных и соединительных звеньев

Таблица 20. Снабжение якорями и якорными цепями  
надводных судов и судов ВМФ

Характери- стика снаб- жения $N_c$	Становой якорь			Цепи становых якорей						
	Коли- чество- во, шт	Масса одно- го яко- ря , кг	Масса одно- го яко- ря Холла, кг	Коли- чество- во, шт	Категория прочности 1	Категория прочности 2	Категория прочности 3	Ка- либр, мм	Длина, м	Ка- либр, мм
					Ка- либр, мм	Длина, м	Ка- либр, мм			Длина, м
свыше не бо- лее										
50	70	2	115	150	2	16	100	—	—	—
70	90	2	180	240	2	17,5	150	16	200	—
90	110	2	225	300	2	19	150	17,5	200	—
110	130	2	300	380	2	22	150	19	200	—
130	150	2	340	450	2	22	150	19	200	—
150	175	2	375	500	2	26	150	22	200	—
175	205	2	450	600	2	26	200	22	250	—
205	240	2	550	730	2	28	200	26	250	—
240	280	2	640	850	2	32	200	28	250	—
280	320	2	730	975	2	32	225	28	275	—
320	360	2	820	1100	2	34	225	32	275	—
360	400	2	915	1220	2	34	225	32	275	—
400	450	2	1030	1370	2	38	225	34	300	—
450	500	2	1140	1500	2	40	225	34	300	—
500	550	2	1260	1680	2	40	225	36	300	—
550	600	2	1370	1830	2	44	225	38	300	—
600	660	2	1510	2000	2	—	—	38	325	32
660	720	2	1640	2190	2	—	—	40	325	32
720	780	2	1780	2380	2	—	—	42	325	34
780	840	2	1920	2560	2	—	—	44	325	36
840	910	2	2080	2770	2	—	38	44	325	38
910	980	2	2240	2980	2	—	—	46	325	38
980	1060	2	2420	3230	2	—	—	46	350	40
1060	1140	2	2600	3470	2	—	—	48	350	40
1140	1220	2	2780	3710	2	—	—	50	350	42
1220	1300	2	2970	3960	2	—	—	50	350	44
1300	1390	2	3170	4230	2	—	—	52	350	46
1390	1480	2	3380	4500	2	—	—	54	350	46
1480	1570	2	3590	4780	2	—	—	54	350	48
1570	1670	2	3810	5000	2	—	—	58	350	48
1670	1790	2	4090	5450	2	—	—	58	350	50
1790	1930	2	4410	5880	2	—	—	60	350	50
1930	2080	2	4750	6320	2	—	—	62	350	54
2080	2230	2	5090	6790	2	—	—	62	375	56
2230	2380	2	5430	7250	2	—	—	64	375	58
2380	2530	2	5780	7700	2	—	—	68	375	60
2530	2700	2	6170	8220	2	—	—	73	375	62
2700	2870	2	6650	8740	2	—	—	73	375	64
2870	3040	2	6940	9260	2	—	—	78	375	68
3040	3210	2	7330	9770	2	—	—	78	400	68
3210	3400	2	7760	10360	2	—	—	81	400	70
3400	3600	2	8220	10970	2	—	—	81	400	73
3600	3800	2	8680	11570	2	—	—	84	400	73

Характеристика снабжения $N_c$	Становой якорь			Цепи становых якорей						
	Количество, шт	Масса одного якоря, кг	Масса одного якоря Холла, кг	Количество, шт	Категория прочности 1	Категория прочности 2	Категория прочности 3			
свыше не более					Калибр, мм	Длина, Калибр, мм	Длина, Калибр, мм	Длина, Калибр, мм	Длина, Калибр, мм	
3800	4000	2	9130	12180	2	—	87	400	78	450
4000	4200	2	9590	12790	2	—	90	400	78	450
4200	4400	2	10050	13400	2	—	92	400	81	450
4400	4600	2	10500	14000	2	—	95	400	84	450
4600	4800	2	10960	14600	2	—	97	400	87	450
4800	5000	2	11410	15200	2	—	100	400	90	450
5000	5200	2	11870	15830	2	—	102	425	92	475
5200	5500	2	12560	16740	2	—	105	425	92	475
5500	5800	2	13240	17650	2	—	107	425	95	475
5800	6100	2	13930	18570	2	—	107	425	97	475
6100	6500	2	14840	19790	2	—	111	425	100	475
6500	6900	2	15760	21000	2	—	114	425	102	475
6900	7400	2	16900	22530	2	—	117	425	105	475
7400	7900	2	18040	24000	2	—	120	425	107	475
7900	8400	2	19180	25570	2	—	122	425	111	475
8400	8900	2	20320	27000	2	—	124	425	114	475
8900	9400	2	21460	28620	2	—	127	425	117	475
9400	10000	2	22830	30440	2	—	132	425	120	475

скоб, вертлюгов, а также для учета плюсового допуска, принимаемого для якорных цепей до 5 %.

4. Якорные цепи, как правило, принимают с распорками, так как они при равной разрывной нагрузке имеют массу на 12–18 % меньше по сравнению с цепью без распорок.

5. В качестве якорных канатов стоп-анкеров должны приниматься стальные швартовные тросы наибольшего диаметра из судового снабжения. Эти тросы должны иметь по концам заделанные коушки.

В табл. 20 приведена длина цепи носового якорного устройства одного борта. Длина якорной и коренной смычек в длину якорной цепи, указанной в таблице, не входит.

Для судов с характеристикой снабжения до 400 на якорной стоянке при спецификационных глубинах до 80 м и ветре до 11 м/с с порывами до 14 м/с якорное снабжение принимают по ближайшему меньшему диапазону характеристики снабжения.

По согласованию с заказчиком для судов с характеристиками снабжения свыше 400 допускается принимать калибр цепи по ближайшему меньшему значению характеристики снабжения, при этом длина цепи, соответствующая этому калибру, должна быть увеличена на одну смычку (25 м).

Масса стоп-анкера должна быть не менее 1/3 массы станового якоря, по требованию заказчика она может быть увеличена до значения массы станового якоря.

Калибр якорной цепи стоп-анкера должен соответствовать калибру цепи станового якоря, равного по массе стоп-анкеру.

Параметры якорного устройства, приведенные в табл. 20, обеспечивают надежную якорную стоянку судов на глубинах до 100 м при устойчивом ветре со скоростью до 21 м/с, волнении до 6 баллов по шкале Главного Управления гидрометеослужбы СССР и течении со скоростью до 1,5 м/с (3 узла).

Для обеспечения якорной стоянки судов водоизмещением свыше 2000 т при устойчивом ветре со скоростью до 25 м/с якорное снабжение должно приниматься по характеристике снабжения для якорной цепи ближайшего большого калибра соответствующей категории прочности.

Допускается увеличение глубины стоянки до 150 м при снижении скорости ветра до 14 м/с и волнении до 4 балл по шкале Главного Управления Гидрометеослужбы.

При применении якорей с повышенной держащей способностью взамен стандартных производится пересчет массы только якорей, которая уменьшается на 25 % или более по согласованию с заказчиком. Массу якорного каната не уменьшают.

### **§ 3. Требования, предъявляемые к якорным устройствам при проектировании**

При проектировании якорных устройств учитывают ряд требований.

1. Проектирование якорного устройства должно производиться комплексно с проектированием швартовного и буксирного устройств и обводов бортов судна в районе клюзов (рис. 71, 72).

2. Взаимное расположение якорных клюзов, клюзов в цепном ящике, шпилля или брашиля должно обеспечивать технически правильное размещение стопоров, удобство работы с якорными цепями на палубе; линия якорной цепи должна располагаться возможно ниже над палубой.

3. При установке носовых шпилей с двумя головками необходимо предусматривать возможность пользования в аварийных случаях каждой головкой якорных клюзов любого борта.

4. Шпили и посты управления ими должны располагаться так, чтобы была обеспечена возможность удобного вращения головки шпилля с помощью вымбовок.

5. Цепные трубы по возможности должны размещаться над центром цепного ящика, при этом трубы могут устанавливаться вертикально или с некоторым уклоном.

6. Стопоры для крепления цепи при длительной стоянке судна на якоре и для маневрирования на якоре необходимо располагать возможно ближе к якорным клюзам с целью облегчения условий работы с цепями в районе шпилей.

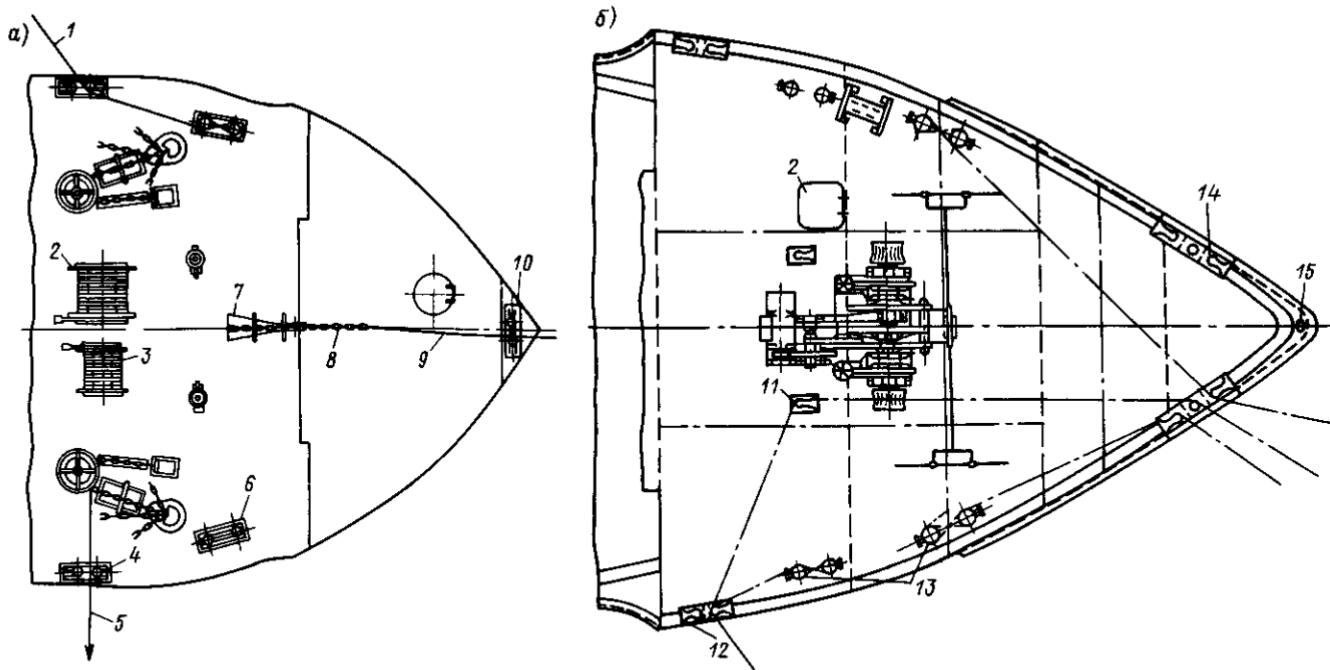


Рис. 71. Схемы расположений якорного, швартовного и буксирного устройств в носу: а – со шпилем; б – с брамшипелем

1, 5 – швартовный трос; 2 – горизонтальная вышшка для швартовного троса; 3 – вышшка для буксирного троса; 4 – киповая планка; 6 – кнект; 7 – обух буксирной цепи; 8 – буксирная цепь; 9 – буксирный трос; 10 – киповая планка с пометкой; 11 – направляющий ролик; 12 – киповая планка с двумя роликами; 13 – прямой врезной кнект; 14 – киповая планка с тремя роликами; 15 – носовой буксирный клюз

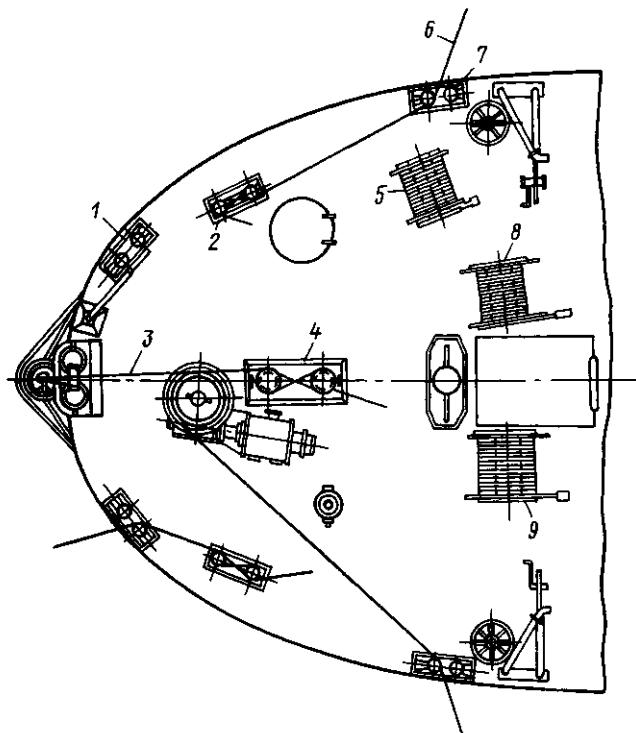


Рис. 72. Схема расположения якорного, швартовного и буксирного устройств в корме

1 – киповая планка с двумя роульсами; 2 – кнект; 3 – пеньковый буксир; 4 – буксирный кнект; 5 – выюшка для швартовного троса; 6 – швартовный трос; 7 – киповая планка; 8 – выюшка для швартовного каната; 9 – выюшка для буксирного каната

7. Для предохранения палубы и бортов от износа и повреждения необходимо предусматривать установку накладных или утолщенных листов на палубе под якорные цепи и по бортам ниже якорных клюзов.

8. До разработки чертежей якорного устройства должны изготавливаться масштабные деревянные модели оконечностей судна с клюзами, якорями, якорными цепями и головками якорных шпилей размером не менее 1:10 натуральной величины. Модель якоря и клюза рекомендуется делать металлической. На масштабной модели предварительно проверяют втягивание якоря в клюз и его отдачу.

9. Перед запуском якорного клюза в производство необходимо изготовить деревянный макет носовой оконечности судна в натуральную величину с якорем, якорным клюзом и отрезком якорной цепи. Модель клюза должна быть выполнена с учетом всех требований, предъявляемых к клюзам.

Таблица 21. Снабжение якорными устройствами быстроходных катеров и малых судов

Характеристика снабжения $N_c$			Масса якоря, кг	Калибр цепи, мм		Длина якорной цепи, м	Якорный канат	
свыше	не более	Количество якорей, шт.		без распорок	с распорками (категория прочности 2)		Длина окружности, мм	Общая длина с учетом цепной смычки, м
5	15	1	15	—	—	—	60	50
15	25	1	25	11,0	—	50	70	50
25	40	1	35	11,0	—	75	70	75
40	65	1	50	11,0	—	75	80	75
65	85	1	75	12,5	—	100	100	100
85	130	1	100	—	14,0	100	100	100
130	180	1	125	—	14,0	125	115	125
180	225	1	150	—	16,0	125	125	125
225	265	1	200	—	17,5	125	125	150
265	300	1	250	—	19,0	150	150	150
300	330	1	300	—	19,0	175	150	175

10. Производится двойной выбор основных элементов якорных устройств: на стадии эскизного проектирования (предварительный) и на стадии разработки проекта. На стадии эскизного проектирования ориентировочная оценка массы якорного устройства делается в зависимости от величины нормального водоизмещения судна (см. табл. 19).

На стадии разработки технических проектов и рабочих чертежей массу якорного устройства для надводных судов и судов ВМФ оценивают по данным табл. 20; для быстроходных катеров и малых судов — табл. 21; для судов неограниченного района плавания в соответствии с требованиями Регистра СССР (1985 г.) — табл. 22; для рыбопромысловых судов в соответствии с требованиями Регистра СССР (1985 г.) — табл. 23.

В проектных таблицах нагрузки массу якорей и цепей следует принимать с учетом плюсового допуска, указанного в ГОСТах на якоря и цепи.

11. В зависимости от выбранного калибра цепи или диаметра троса якорного каната из условий равнопрочности выбирают все входящие в якорный канат элементы (скобы, концевые и усиленные звенья, вертлюги и откидной гак у коренного конца цепи).

12. По концам якорной цепи или стального троса устанавливают вертлюги; при большой длине якорного каната необходимо предусматривать дополнительные вертлюги по середине каната.

13. Стопоры для маневрирования судна на якорях для длительной стоянки на якоре и для крепления якоря в клюзе по-походному рекомендуется выбирать по табл. 17 и 18.

Таблица 22. Снабжение судов неограниченного района плавания

Характеристика снабжения $N_c$		Становой якорь		Масса стоп-анкера, кг	Цепи становых якорей		
		Количество, шт.	Масса якоря, кг		Суммарная длина обеих цепей, м	Калибр, мм	
свыше	не более	—	—	—	Обыкновенная прочность (категория 1)	Повышенная прочность (категория 2)	Особая прочность (категория 3)
10	15	2	35	—	110	—	—
15	20	2	50	—	137,5	—	—
20	25	2	65	—	165	—	—
25	30	2	80	—	165	11,0	—
30	40	2	105	35	192,5	11,0	—
40	50	2	135	45	192,5	12,5	—
50	70	2	180	60	220	14	12,5
70	90	2	240	80	220	16	14
90	110	2	300	100	247,5	17,5	16
110	130	2	3600	120	247,5	19	17,5
130	150	2	420	140	275	20,5	17,5
150	175	2	480	165	275	22	19
175	205	2	570	190	302,5	24	20,5
205	240	3	660	—	302,5	26	22
240	280	3	780	—	330	28	24
280	320	3	900	—	357,5	30	26
320	360	3	1020	—	357,5	32	28
360	400	3	1140	—	385	34	30
400	450	3	1290	—	385	36	32
450	500	3	1440	—	412,5	38	34
500	550	3	1590	—	412,5	40	34
550	600	3	1740	—	440	42	36
600	660	3	1920	—	440	44	38
660	720	3	2100	—	440	46	40
720	780	3	2280	—	467,5	48	42
780	840	3	2460	—	467,5	50	44
840	910	3	2640	—	467,5	52	46
910	980	3	2850	—	495	54	48
980	1060	3	3060	—	495	56	50
1060	1140	3	3300	—	495	58	50
1140	1220	3	3540	—	522,5	60	52
1220	1300	3	3780	—	522,5	62	54
1300	1390	3	4050	—	522,5	64	56
1390	1480	3	4320	—	550	66	58
1480	1570	3	4590	—	550	68	60
1570	1670	3	4890	—	550	70	62
1670	1790	3	5250	—	577,5	73	64
1790	1930	3	5610	—	575,5	76	66
1930	2080	3	6000	—	575,5	78	68
2080	2230	3	6450	—	605	81	70
2230	2380	3	6900	—	605	84	73
2380	2530	3	7350	—	605	87	76

якорями и якорными устройствами по Нормам Регистра СССР (1985 г.)

Цепь или стальной трос для стоп-анкера		Буксирный трос		Швартовный трос		
Длина, м	Разрывная нагрузка цепи или разрывное усилие троса в целом, кгс (кН)	Длина, м	Разрывное усилие троса в целом, кгс (кН)	Количество, шт.	Длина, м	Разрывное усилие троса в целом, кгс (кН)
—	—	—	—	2	30	3000 (29,4)
—	—	—	—	2	30	3000 (29,4)
—	—	—	—	2	40	3000 (29,4)
—	—	—	—	2	50	3000 (29,4)
55	5600 (54,9)	120	6600 (64,8)	2	50	3000 (29,4)
70	6100 (59,8)	150	8300 (81,4)	2	60	3000 (29,4)
80	6600 (64,8)	180	10000 (98,1)	3	80	3500 (34,4)
85	7500 (73,6)	180	10000 (98,1)	3	100	3750 (36,8)
85	8300 (81,5)	180	10000 (98,1)	3	110	4000 (32,3)
90	9100 (89,3)	180	10000 (98,1)	3	110	4500 (44,2)
90	10060 (98,1)	180	10000 (98,1)	3	120	5000 (49,1)
90	11000 (108,0)	180	10000 (98,1)	3	120	5500 (54,0)
90	12000 (117,8)	180	11400 (112,0)	3	120	6000 (58,9)
—	—	180	13200 (129,2)	4	120	6500 (63,8)
—	—	180	15300 (150,0)	4	120	7000 (68,7)
—	—	180	17700 (173,5)	4	140	7500 (73,6)
—	—	180	21100 (207)	4	140	8000 (78,5)
—	—	180	22800 (224)	4	140	9000 (88,3)
—	—	180	25500 (250)	4	140	10000 (98,1)
—	—	180	28200 (277)	4	140	11000 (108)
—	—	190	31260 (306)	4	160	12500 (122,7)
—	—	190	34500 (338)	4	160	13500 (132,5)
—	—	190	37800 (371)	4	160	15000 (145,0)
—	—	190	41400 (406)	4	160	16000 (157)
—	—	190	45000 (441)	4	170	17500 (171,7)
—	—	190	48900 (480)	4	170	19000 (186,5)
—	—	190	52800 (518)	4	170	20500 (201,1)
—	—	190	57000 (559)	4	170	22000 (216)
—	—	200	61500 (604)	4	180	23500 (230,5)
—	—	200	66000 (647)	4	180	25500 (250,2)
—	—	200	70500 (691)	4	180	27500 (269,8)
—	—	200	75300 (738)	4	180	29000 (284,1)
—	—	200	80100 (786)	4	180	31500 (309)
—	—	200	85200 (836)	4	180	33000 (324)
—	—	220	90600 (890)	5	190	33000 (324)
—	—	220	96000 (943)	5	190	34000 (334)
—	—	220	104400 (1023)	5	190	36000 (353)
—	—	220	113100 (1110)	5	190	38500 (377,7)
—	—	220	119100 (1170)	5	190	41000 (403)
—	—	240	128400 (1260)	5	200	43000 (421,8)
—	—	240	138300 (1358)	5	200	46000 (451)
—	—	240	148200 (1454)	5	200	49000 (480,7)

Характеристика снабжения $N_c$		Становой якорь			Цепи для становых якорей			
свыше	не более	Колич-ство, шт.	Масса якоря, кг	Масса стоп-анкера, кг	Суммарная длина обеих цепей, мм	Калибр, мм		
						Обыкновенная прочность (категория 1)	Повышенная прочность (категория 2)	Особая прочность (категория 3)
2530	2700	3	7800	—	632,5	90	78	68
2700	2870	3	8300	—	632,5	92	81	70
2870	3040	3	8700	—	632,5	95	84	73
3040	3210	3	9300	—	660	97	84	76
3210	3400	3	9900	—	660	100	87	78
3400	3600	3	10500	—	660	102	90	78
3600	3800	3	11100	—	687,5	105	92	81
3800	4000	3	11700	—	687,5	107	95	84
4000	4200	3	12300	—	687,5	111	97	87
4200	4400	3	12900	—	715	114	100	87
4400	4600	3	13500	—	715	117	102	90
4600	4800	3	14100	—	715	120	105	92
4800	5000	3	14700	—	742,5	122	107	95
5000	5200	3	15400	—	742,5	124	111	97
5200	5500	3	16000	—	742,5	127	111	97
5500	5800	3	16900	—	742,5	130	114	100
5800	6100	3	17800	—	742,5	132	117	102
6100	6500	3	18800	—	742,5	—	120	107
6500	6900	3	20000	—	770	—	124	111
6900	7400	3	21500	—	770	—	127	114
7400	7900	3	23000	—	770	—	132	117
7900	8400	3	24500	—	770	—	137	122
8400	8900	3	26000	—	770	—	142	127
8900	9400	3	27500	—	770	—	147	132
9400	10000	3	29000	—	770	—	152	132
10000	10700	3	31000	—	770	—	—	137
10700	11500	3	33000	—	770	—	—	142
11500	12400	3	35500	—	770	—	—	147
12400	13400	3	38500	—	770	—	—	152
13400	14600	3	42000	—	770	—	—	157
14600	16000	3	46000	—	770	—	—	162

Примечание. Для становых якорей судов с характеристикой снабжения не более цепи или разрывное усилие стального троса должно быть не менее 4480 кгс (44 кН). Суда с

14. Для подъема и отдачи якорей применяют ручные, электроручные, электрические и электрогидравлические шпили или брашпили, которые должны быть рассчитаны на тяговое усилие, равное 5,5 веса станового (стандартного) якоря и 10 весам якоря с повышенной держащей способностью на судах водоизмещением свыше 20 000 т, для подъема и отдачи кормового якоря – стоп-анкера – должен устанавливаться один якорно-швартовный шпиль.

Цепь или стальной трос для стоп-анкера		Буксирный трос		Швартовный трос		
Длина, м	Разрывная нагрузка цепи или разрывное усилие троса в целом, кгс (кН)	Длина, м	Разрывное усилие троса в целом, кгс (кН)	Количество, шт.	Длина, м	Разрывное усилие троса в целом, кгс (кН)
—	—	260	150000 (1470)	6	200	49000 (480,7)
—	—	260	150000 (1470)	6	200	50000 (491)
—	—	260	150000 (1470)	6	200	51000 (500,3)
—	—	280	150000 (1470)	6	200	53000 (519,9)
—	—	280	150000 (1470)	6	200	56580 (554,3)
—	—	280	150000 (1470)	6	200	60000 (588,6)
—	—	300	150000 (1470)	6	200	63000 (618)
—	—	300	150000 (1470)	6	200	66000 (647,5)
—	—	300	150000 (1470)	7	200	66000 (647,5)
—	—	300	150000 (1470)	7	200	67000 (657,3)
—	—	300	150000 (1470)	7	200	68000 (667,1)
—	—	300	150000 (1470)	7	200	69000 (679,9)
—	—	300	150000 (1470)	7	200	70000 (686,7)
—	—	300	150000 (1470)	8	200	70000 (686,7)
—	—	300	150000 (1470)	8	200	71000 (696,5)
—	—	300	150000 (1470)	8	200	72000 (706,3)
—	—	300	150000 (1470)	9	200	72000 (706,3)
—	—	—	—	9	200	73000 (716,3)
—	—	—	—	9	200	74000 (725,9)
—	—	—	—	10	200	74000 (725,9)
—	—	—	—	11	200	74000 (725,9)
—	—	—	—	11	200	75000 (735,8)
—	—	—	—	12	200	75000 (735,8)
—	—	—	—	13	200	75000 (735,8)
—	—	—	—	14	200	75000 (735,8)
—	—	—	—	15	200	75000 (735,8)
—	—	—	—	16	200	75000 (735,8)
—	—	—	—	17	200	75000 (735,8)
—	—	—	—	18	200	75000 (735,8)
—	—	—	—	19	200	75000 (735,8)
—	—	—	—	21	200	75000 (735,8)

25 может применяться цепь или стальной трос, при этом разрывная нагрузка характеристики снабжения 6500–16000 буксирного троса могут не иметь.

15. В процессе заводских и государственных испытаний при сдаче якорного устройства его действие проверяют с вытравливанием всей якорной цепи. На основании практики считается достаточной скорость подъема якорей от 12 до 30 м/мин.

Регистр СССР требует производить проверку якорного устройства на одновременное выбирание обоих становых якорей с глубины 80 м со скоростью выбирания цепи не менее 9 м/мин (0,15 м/с).

Таблица 23. Якорное и швартовное снабжение рыболовных судов по Нормам Регистра СССР (1985 г.)

Характеристика снабжения $N_c$		Становой якорь		Цепи для становых якорей				Швартовной трос			
свыше не бо- лее	Коли- чество, шт.	Масса якоря, кг	Общая длина, м	Калибр, мм		Коли- чество, шт.	Длина троса, м	Разрывное усилие троса в целом, кгс (кН)			
				Обык- новен- ная ка- тего- рия	Повы- шен- ная ка- тего- рия			проч- ность (кате- гория 2)	проч- ность (кате- гория 1)		
10	15	1	30	55	—	2	30	3000 (29,4)			
15	20	1	40	55	—	2	30	3000 (29,4)			
20	25	1	50	82,5	—	2	40	3000 (29,9)			
25	30	1	60	82,5	—	2	50	3000 (29,4)			
30	40	1	80	82,5	11	2	50	3000 (29,4)			
40	50	2	100	192,5	11	2	60	3000 (29,4)			
50	60	2	120	192,5	12,5	2	60	3000 (29,4)			
60	70	2	140	192,5	12,5	2	80	3000 (29,4)			
70	80	2	160	220	14	12,5	2	100	3500 (34,4)		
80	90	2	180	220	14	12,5	2	100	3750 (36,8)		
90	100	2	210	220	16	14	2	110	3750 (36,8)		
100	110	2	240	220	16	14	2	110	4000 (39,3)		
110	120	2	270	247,5	17,5	16	2	110	4000 (39,3)		
120	130	2	300	247,5	17,5	16	2	110	4500 (44,2)		
130	140	2	340	275	19	17,5	2	120	4500 (44,2)		
140	150	2	390	275	19	17,5	2	120	5000 (49,1)		
150	175	2	480	275	22	19	2	120	5550 (54,5)		
175	205	2	570	302,5	24	20,5	2	120	6000 (58,9)		
205	240	2	660	302,5	26	22	2	120	6550 (64,3)		
240	220	2	780	330	28	24	3	120	7250 (71,1)		
280	320	2	900	357,5	30	26	3	140	8000 (78,5)		
320	360	2	1020	357,5	32	28	3	140	8750 (85,8)		
360	400	2	1140	385	34	30	3	140	9500 (93,2)		
400	450	2	1290	385	36	32	3	140	10250 (100,6)		
450	500	2	1440	412,5	38	34	3	140	11000 (108,0)		
500	550	2	1590	412,5	40	34	4	160	11500 (112,8)		
550	600	2	1740	440	42	36	4	160	12000 (117,7)		
600	660	2	1920	440	44	38	4	160	12500 (122,7)		
660	720	2	2100	440	46	40	4	160	13000 (127,5)		

Примечание. Для становых якорей судов с характеристикой снабжения до 30 может применяться цепь или стальной трос с разрывным усилием 4480 кгс (43,9 кН).

К табл. 21 необходимо сделать следующие пояснения:

1. При использовании капронового якорного каната необходимо в якорный канат у якоря включить половину цепной смычки при характеристике снабжения  $N_c = 85 \div 225$  и одну целую цепную смычку при  $N_c = 225 \div 330$  калибром, равным калибру заменяемой канатной цепи.

2. Допускается использовать якорный канат без включения цепной смычки. В этом случае якорное снабжение должно быть принято в соответствии с нижней строкой табл. 21 по отношению к характеристике снабжения данного судна.

Для каждого судна должны дополнительно приниматься в качестве запасных (с хранением на базе) один якорь и один якорный канат к нему по расчетной характеристике снабжения.

3. Табл. 21 надлежит пользоваться при наличии на судне не менее двух главных двигателей. Снабжение судов на воздушной подушке и судов с одним главным двигателем должно быть принято в соответствии с характеристикой снабжения данного судна.

4. Допускается по согласованию с заказчиком в качестве якорного каната принимать стальной трос с разрывным усилием, равным разрывному усилию капронового каната, с включением цепной смычки.

Выбранное по табл. 21 якорное снабжение обеспечивает стоянку судна на якоре при состоянии моря до 3 балл включительно (скорость ветра не более 10 м/с) при глубине, в два с половиной раза меньшей длины якорного каната.

Для отдачи и подъема становых якорей массой более 35 кг должны быть установлены якорные механизмы.

На судах смешанного района плавания II СП, если масса стоп-анкера превышает 200 кг, то для его отдачи и подъема должен быть предусмотрен якорный механизм.

На судах с характеристикой снабжения 205 и менее допускается установка ручных якорных механизмов, а также использование для отдачи и подъема якорей других палубных механизмов.

Регистр СССР предписывает снабжать гражданские суда якорями, якорными цепями, буксирными и швартовными тросами в зависимости от характеристики снабжения  $N_c$  согласно табл. 22 для судов неограниченного района плавания.

Для всех судов, кроме плавучих кранов и рыболовных судов, характеристику снабжения определяют по формуле

$$N_c = D^{2/3} + 2Bh + 0,1A,$$

где  $D$  – объемное водоизмещение судна при осадке по летнюю грузовую ватерлинию, м<sup>3</sup>;  $B$  – ширина судна, м;  $h$  – высота от летней грузовой ватерлинии до верхней кромки настила палубы самой высокой рубки,  $h = a + \sum h_i$ , где  $a$  – расстояние от летней грузовой ватерлинии до верхней кромки настила верхней палубы у борта на миделе, м;  $h_i$  – высота в диаметральной плоскости каждого яруса надстройки или рубки, имеющей ширину, большую чем на 0,25  $B$ , м (при определении  $h$  учитывать седловатость и дифферент не требуется);  $A$  – площадь парусности в пределах длины судна, считая от летней грузовой ватерлинии, м<sup>2</sup>.

Мачты, грузовые стрелы, такелаж, леерное ограждение и другие подобные конструкции, а также фальшборт и комингсы люков высотой менее 1,5 м при определении величин  $A$  и  $h$  могут не учитываться.

Если высота козырьков, фальшборта и комингсов люков более 1,5 м, то они рассматриваются как рубка и надстройка.

Из табл. 22 следует, что если количество становых якорей три, то один из них предполагается запасным. Третьего, т. е. запасного якоря, могут не иметь суда ограниченного района плавания I, II и III, смешанного района плавания II СП.

На судах с характеристикой снабжения 205 и менее разрешается применять, кроме того, второй становую якорь в качестве запасного при условии, что предусмотрены меры для быстрого приведения его в готовность к действию.

Суда ограниченного района плавания III с характеристикой снабжения 35 и менее, если они не являются пассажирскими, могут иметь только один становую якорь.

Масса каждого становового якоря и стоп-анкера может отличаться на ± 7 % от величин, определяемых по табл. 22, при условии, что общая масса становых якорей не менее предписываемой общей массы становых якорей.

Если применяются якоря с повышенной держащей способностью, то масса каждого якоря может составлять 75 % массы якоря, определяемого по табл. 22, для судов ограниченного района плавания II и смешанного района плавания II СП по характеристике, уменьшенной на 15 %, для судов ограниченного района плавания III – по характеристике, уменьшенной на 25 %.

На судах смешанного района плавания II СП с характеристикой снабжения более 205, кроме снабжения, указанного в табл. 22, должен предусматриваться стоп-анкер, масса которого должна составлять не менее 1/3 массы становового якоря.

Суда с характеристикой снабжения 205 и менее, на которых второй станововой якорь допущен в качестве запасного, а также суда с характе-

ристикой 35 и менее, которые могут иметь только один становой якорь, могут быть снабжены лишь одной цепью длиной, уменьшенной вдвое по сравнению с требуемой таблицами снабжения для двух цепей.

Для якорей с повышенной держащей способностью должны применяться цепи повышенной прочности (категория 2). Цепи особой прочности (категория 3) могут применяться только калибром 32 мм и более.

Цепи должны комплектоваться из отдельных смычек. Исключением являются цепи калибром менее 15 мм, которые могут быть неразделенными на смычки.

В зависимости от расположения в цепи смычки разделяются на якорную, крепящуюся на якоре; на промежуточные длиной 25–27,5 м и на коренную, крепящуюся к устройствам для отдачи цепи. Якорная смычка должна состоять из вертлюга, концевого звена и минимального количества общих и увеличенных звеньев, необходимых для оформления отрезка цепи в самостоятельную смычку. Якорная смычка должна соединяться со скобой якоря с помощью концевой скобы, при этом в якорную скобу закладывают штырь концевой скобы. Штыри вертлюгов должны быть обращены к середине цепи.

Общая длина двух цепей, приведенная в таблицах снабжения, представляет собой только сумму длин промежуточных смычек без якорных и коренных смычек.

Если полученное число промежуточных смычек нечетное, то цепь правого борта должна иметь на одну промежуточную смычку больше, чем цепь левого борта.

На рыболовных судах длиной менее 30 м и на прочих судах с характеристикой снабжения 205 и менее допускается заменять цепи стальными тросами. На рыболовных судах длиной от 30 до 40 м включительно допускается заменять одну из якорных цепей стальным тросом. Разрывное усилие в целом таких тросов должно быть не менее разрывной нагрузки соответствующих цепей, а длина – не менее 1,5 длины этих цепей.

На судах с характеристикой снабжения 130 и менее по согласованию с Регистром СССР вместо цепей или стальных тросов могут применяться тросы из синтетического волокна.

Ниже представлен пример выбора элементов якорного устройства.

Для судна, имеющего водоизмещение 1000 т, с главными размерениями  $L = 80$  м,  $B = 10$  м характеристика снабжения  $N_c = 1000^{2/3} + 2 \cdot 10,6 + 0,1 \cdot 80,5 = = 100 + 120 + 40 = 260$ .

По табл. 20 необходимо принять на судно два становых якоря с повышенной

держащей способностью по 640 кг или якоря Холла массой по 850 кг с якорной цепью категории прочности 1, калибром 32 мм, длиной по 200 м; с якорной цепью категории прочности 2, калибром 28 мм и длиной по 250 м.

Для аналогичного судна по правилам Регистра СССР при той же характеристике снабжения по табл. 22 должно быть принято три становых якоря массой по 780 кг с двумя якорными цепями длиной по 165 м калибром 28 мм обыкновенной категории прочности или калибром 24 мм цепи повышенной категории прочности.

Суммарная масса якорей и цепей по ОСТ В5.2010-81 с учетом плюсовых допусков составит  $2 \cdot 780 + 2 \cdot 200(16,5+22,4) = 1,1 = 1700 + (6600+2980) = 1,1 = 9,0+11,6$  т. Здесь 16,5 кг – масса 1 пог. м цепи калибром 24 мм; 22,4 кг – масса 1 пог. м цепи калибром 32 мм.

Суммарная масса якорей и цепей по требованиям Регистра СССР  $3 \cdot 780 + 2 \cdot 165 \cdot 17,1 = 2340 + 6200 \approx 2340+6200 \approx 8,6$  т. Здесь 17,1 кг – масса 1 пог. м цепи калибром 28 мм.

Суммарная масса якорей и якорных цепей составляет 0,9–1,2 % водоизмещения судна.

Диаметр клюзов равен 10 калибрам цепи;  $(10 \cdot 32) = 320$  мм. Толщина рабочей части сварного клюза  $(0,45 \cdot 32) = 14$  мм. Диаметр клюзовых труб  $(7 \cdot 32) = 225$  мм. Толщина рабочей части трубы  $(0,20 \cdot 32) = 6,4$  мм.

Для маневрирования на якорях принимаем два стопора Легофа, для длительной стоянки на якоре – два цепных стопора с откидным гаком, для крепления якорей по-походному в клюзах – два стопора.

Для подъема и отдачи якорей предусматриваем один якорно-швартовный электрический шпиль на тяговое усилие  $5,5 \cdot 850 = 4675 \approx 5$  т.

Объем цепного ящика, разделенного выгородкой на два отделения, должен быть выбран из расчета потребного объема  $0,45 \text{ м}^3$  на каждую тонну массы якорной цепи, т. е.  $0,45 \cdot 12,4 = 5,58 \approx 6,0 \text{ м}^3$ .

Остальные элементы якорного устройства, а также подкрепления под шпиль, стопоры и обух концевой смычки выбирают из условий равнопрочности с крепежными болтами этих деталей или исходя из равнопрочности по разрывному усилию цепи калибром 32 мм.

#### § 4. Клеймение и маркирование цепей и якорей

Якоря должны иметь выбитые клейма с указанием завода-изготовителя, года испытания, номера и массы якоря, а также клейма Регистра СССР или другого наблюдающего органа (у якорей адмиралтейского типа – на тренде каждого якоря, а на якорях с вращающимися лапами – на каждой лапе). На якорях с повышенной держащей способностью малых масс клейма выбивают на веретене якоря.

Завод-изготовитель вместе с якорем представляет технический паспорт, в котором приводятся данные о химическом составе плавки и данные механических прочностных испытаний.

Якорные цепи имеют клейма наблюдения на обоих концах каждой смычки нормальной длины, а на длинных цепях клейма выбивают на промежуточных звеньях через каждые 8–9 м. Клейма наблюдения должны быть нанесены также на вертлюгах, соединительных и концевых скобах.

Принятые на судно якорные цепи должны быть замаркированы

следующим образом: на последнем звене первой смычки; на первом и предпоследнем звеньях второй смычки; на втором звене от начала и третьем звене от конца третьей смычки; на третьем звене от начала и четвертом звене от конца четвертой смычки; на четвертом звене от начала и пятом звене от конца пятой смычки. Начиная с шестой смычки и до конца цепи марки делают усиленные и так же, как на первых пяти смычках.

Марки делают из отожженной проволоки. Первыми и последними звеньями при накладывании марок считаются звенья с распорками, концевые увеличенные звенья и соединительные скобы в счет не идут; одновременно окрашивают белой краской последнее звено первой смычки, два первых звена второй смычки и так далее до пятой смычки включительно. Затем окрашивают первое звено шестой смычки, два первых звена седьмой смычки и т. д.

Марки звеньев цепи рекомендуется окрашивать без удаления каменноугольного лака. Для маркирования в белый цвет применяют краску, в состав которой входит алюминиевая пудра. Для изготовления краски красного цвета используют сухой свинцовый сурик или густотертую киноварь.

Маркирование окрашенных цепей может быть произведено следующим образом: намеченные к маркированию звенья, не очищая от каменноугольного лака, окрашивают двумя слоями этиколевого лака, после полного высыхания которого (при 20 °C требуется 4–5 ч) звенья окрашивают обычными масляными или эмалевыми красками.

#### § 5. Уход за якорями и якорными цепями

В процессе эксплуатации якорные цепи подвергаются периодическому воздействию морской воды, воздуха, солнца и ветра, т. е. находятся в условиях, наиболее способствующих возникновению и развитию коррозии. Чтобы предохранить якоря и якорные цепи от преждевременного износа, необходимо строго следить за тем, чтобы на них не появлялась ржавчина. В случае появления ржавчины ее следует тщательно очистить и пораженные места покрыть разогретой газовой смолой.

Очистку якорной цепи и якорей от слоя ржавчины необходимо производить посредством молотка (кирки) или ракета (шкрябки), а затем с помощью хорошей стальной щетки. После этого очищенные места надо обтереть сухой ветошью или жвачкой. Необходимо следить за тем, чтобы звенья якорных цепей были очищены и окрашены не только по открытым наружным частям, но и по внутренним – в местах примыкания одного звена к другому.

Для защиты от ржавления якорные цепи обычно окрашивают каменноугольным лаком (кузбаслаком).

Наиболее простой и быстрый способ окраски цепей – окунание их в сосуд, наполненный лаком. При этом звенья окрашивают равномерно. Менее распространен метод окраски пульверизатором и кистями. Чтобы избежать последующей очистки звеньев, подлежащих марки-

Таблица 24. Предельно допустимый износ цепей  
по Правилам Регистра СССР

Начальный диаметр цепного железа, мм	Средний диаметр в местах наибольшего износа, мм	Начальный диаметр цепного железа, мм	Средний диаметр в местах наибольшего износа, мм	Начальный диаметр цепного железа, мм	Средний диаметр в местах наибольшего износа, мм
13	12	37	33,5	57	51
16	14	40	36	61	55
19	17	44	39,5	63	56,5
22	20	46	41,5	67	60
25	22,5	49	44	72	65
28	25	50	45	76	68
31	28	52	47	82	73,5
34	30,5	54	48,5	87	78

ровочной окраске, необходимо их покрывать толстым слоем смазки (технический вазелин, солидол и др.) или обворачивать промасленной парусиной, спецбумагой и т. д.

Тщательный осмотр и проверка путем обстукивания молотком всех звеньев цепи и их распорок, соединительных и якорных скоб, вертлюгов, жвака-галсов и обухов для их крепления позволяют выявить большинство дефектов, которые могут возникать в процессе эксплуатации цепей. Обстукивание каждого звена и скоб рекомендуется выполнять молотком с длинной ручкой легким ударом с отрывом, чтобы звук не поглощался молотком, если он не сразу будет отнят от звена при ударе. Звенья или скобы, имеющие трещины, издают глухой звук в отличие от целых, чистый металлический звук которых резко отличается от глухого звука.

Наилучшие результаты при обстукивании получаются, когда якорные цепи очищены до металла, хорошие результаты получаются при обстукивании цепей внатянутом положении при выбирании якоря. Цепи при этом должны быть тщательно обмыты сильной струей воды из брандспойта.

Все обнаруженные дефекты якорных цепей должны немедленно исправляться. Иногда практикуется изношенные концевые смычки цепи у якоря переставлять к жвака-галсу или же поменять всю цепь концами (от жвака-галса к якорю). В этом случае соединительные скобы должны быть переставлены закруглением в сторону якоря.

Правилами Регистра СССР допускается износ якорных цепей не более 20 % площади поперечного сечения цепного железа (табл. 24).

Якорные цепи необходимо тщательно осматривать после каждого подъема и особенно после стоянки судна на якоре на каменистом грунте. При подъеме якорей во избежание загрязнения цепных ящиков якорные цепи обмывают струей воды из брандспойта.

При выборании якорей необходимо следить за правильной укладкой якорных цепей в цепном ящике. Самопроизвольная укладка цепи в цепном ящике (без растаскивания) приводит к образованию „горки”. Тогда при качке судна верхние шлаги якорной цепи будут завалены нижележащими шлагами, образуются завалы и крыжи, которые при последующей отдаче могут стать причиной поломки якорных клюзов и разрыва цепи.

Укладка якорной цепи в цепные ящики должна обеспечиваться без применения ручного труда, для этого цепные ящики желательно выполнять цилиндрической формы, которая исключает заваливание цепи и обеспечивает правильную самоукладку. Якорная цепь должна поступать в цепной ящик чисто промытой. С этой целью в якорном клюзе должны быть установлены сопла с подводом воды от пожарной магистрали, которые желательно располагать так, чтобы цепь омывалась со всех сторон. Это не исключает наблюдения за выбираемой цепью и обмывку якорной цепи вручную из брандспойта, тем более что в холодное время года сопла и трубы для обмылок могут обмерзать.

Для комбинированных якорных канатов с использованием стального частично или полностью оцинкованного троса кроме его промывки должен быть предусмотрен обдув каната воздухом давлением 9–10 атмосфер через три щелевых сопла, расположенных по окружности каната. При отсутствии обдува каната воздухом к месту укладки и хранения каната поступает большое количество воды.

Долговечность якорных цепей зависит также от правильной постановки судна на якорь. Якорь надо отдавать так, чтобы якорная цепь не шла на излом через форштевень; для этого отдача производится после того, как судно выйдет на ветер, или с того борта, на который действует ветер (с наветренной стороны) или течение.

При наличии скручивания якорной цепи необходимо при ее выборании после отрыва якоря от грунта дать возможность цепи раскрутиться.

При постановке судна на якорь на больших глубинах необходимо предварительно вытравливать якорную цепь на тормозе примерно на длину, равную половине глубины, и только после этого отдавать якорь без торможения. Во избежание сильных рывков необходимо трахить цепи без резкого торможения.

Сохранности цепи способствуют также хорошее состояние звездочек, шпилей и брашилей, направление и состояние клюзов и цепных труб, стопоров и т. д.

Якоря с вращающимися лапами требуют тщательного ухода для обеспечения свободного проворачивания: необходимо, чтобы в зазоры между трущимися частями не попадали краска, окалина, ржавчина, грязь и т. п. При подъеме якоря его тщательно промывают из брандспойта, особенно в местах соединения лап с веретеном, переворачивая лапы из одного крайнего положения в другое.

Если на якоре имеются отверстия для смазки трущихся частей якоря, их надо периодически проверять, заполнять смазкой и плотно закрывать входное отверстие.

При обнаружении погнутости носков лап малых якорей, штоков и веретен ее необходимо устранять.

Сохранение в исправном состоянии и правильная эксплуатация якорного устройства предотвращают аварии судов.

### Глава III

## ШВАРТОВНОЕ УСТРОЙСТВО

### § 1. Состав швартовного устройства и выбор швартовов

Швартовные устройства служат для закрепления судна к набережной порта, пристани или к соседнему судну для выполнения погрузочно-разгрузочных работ, для приема и высадки пассажиров или стоянки судна на рейде у причальных бочек.

Вследствие ограниченности причальных линий может осуществляться комбинированная стоянка судов на якоре и на швартовах; при этом отдают носовые якоря, а корму подтягивают швартовами к пирсу или набережной (рис. 73).

Швартовное устройство включает следующие элементы:

1. Собственно швартовы — стальные, капроновые или пеньковые тросы, предназначенные для швартовки судна к пристани, пирсу, бочке или к другому судну.

2. Кнехты — стальные, чугунные или из легких сплавов, литые или сварные тумбы на палубе, прочно скрепленные с корпусом судна и служащие для крепления швартовов.

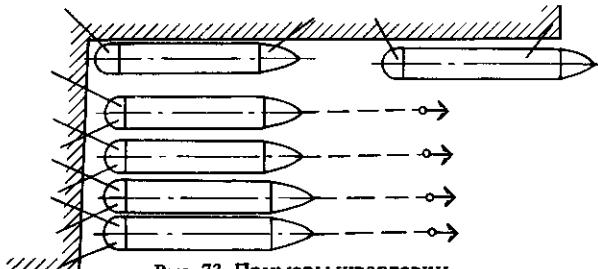


Рис. 73. Примеры швартовки

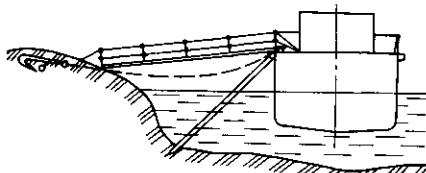


Рис. 74. Схема швартовки дебаркадера

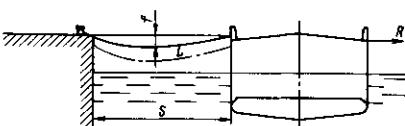


Рис. 75. Схема сил при швартовке

3. Швартовные клюзы или полуклюзы, предназначенные для защиты фальшбортов и козырьков при прохождении через них швартового троса.

4. Киповые планки, устанавливаемые на палубе судна для предохранения швартовов от перетирания о борт судна и для предотвращения перемещения швартовов вдоль борта.

5. Швартовные механизмы – лебедки, шпили, брашиллы, служащие для выбирания швартовов и подтягивания судна к пирсу, стенке или бочке.

6. Тросовые стопоры, выюшки для намотки швартовов, корзины для тросов и другие мелкие приспособления.

Для крепления носовых и кормовых швартовов на баке и на юте, где фальшборта нет, с каждого борта устанавливают киповую планку и кнект.

Для швартовов, проходящих в средней части судна, на торговых судах обычно размещают по четыре швартовных клюза в фальшпорте с каждого борта.

В зависимости от способа и места стоянки судна у причалов в качестве швартовов применяют цепи, стальные или пеньковые тросы.

При стоянке судна на некотором расстоянии от причала швартов тождествен с якорным канатом, с той лишь разницей, что якорный канат связывает судно с якорем, лежащим в грунте, а швартов располагается над водой и связывает судно с причалом, с другим судном, бочкой и т. д. (рис. 74).

Внешняя нагрузка (рис. 75), которую может выдержать швартов, имеющий длину  $L$  на заданном расстоянии между причалом и судном  $S$  (предполагается, что масса каната равномерно распределена по длине), может быть определена по формуле

$$R = 0,204p \sqrt{S/(L - S)},$$

которая получена из выражений  $L = S[1 + (8f^2/3R)]$  и  $f = pS/8R$ . Здесь  $p$  – масса швартова;  $f$  – стрелка провисания швартова.

Из приведенных выражений следует, что величина внешней нагрузки, выдерживаемой швартовом, пропорциональна массе швартова. Поэтому при швартовке судна на некотором расстоянии от причала (рис. 74) в качестве швартовов применяются цепи, особенно в таких сооружениях, как пристани-дебаркадеры, плавучие доки и базовые суда, которые при значительном изменении уровня воды вследствие приливов и отливов, а также при волнении подвергаются действию переменных сил. Однако большая масса швартовов затрудняет работу с ними, поэтому в настоящее время в качестве швартовов чаще применяются стальные или капроновые тросы.

## § 2. Характеристика элементов швартовного устройства

Наиболее ответственной частью швартовного устройства являются кнекты, прочность которых должна проверяться расчётом (если установлен нестандартный кнект).

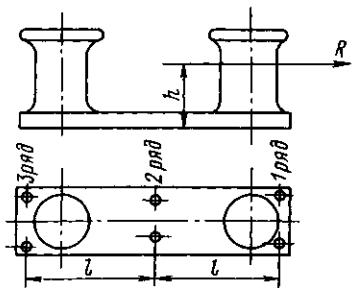


Рис. 76. Схема сил, действующих на кнект

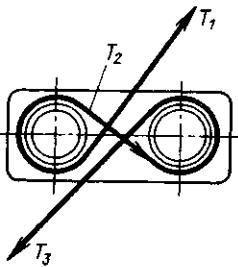


Рис. 77. Навертывание швартова на кнект в виде восьмерки

Кнекты обычно располагают на палубе около борта судна параллельно диаметральной плоскости, либо параллельно бортовой линии с таким расчетом, чтобы швартовный или буксирный конец, идущий от киповой планки к кнекту, был направлен вдоль кнекта и стремился опрокинуть его в продольном направлении (см. рис. 76). Трос накладывают на кнект вокруг его тумб, образуя несколько шлагов в виде восьмерок.

Обозначим через  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  последовательные значения усилий, действующих на различных участках швартова, навернутого восьмеркой на кнект (рис. 77). Тогда усилие на свободном конце швартова равно  $T_{2i+1} = T_1 e^{-2if\alpha}$ , где  $i$  – число восьмерок;  $f$  – коэффициент трения, равный для пеньковых тросов от 0,3 до 0,4, а для стальных тросов – от 0,1 до 0,15;  $\alpha$  – угол обхвата тумбы швартовным тросом, радиан (обычно около 4);  $e = 2,718$  – основание натуральных логарифмов.

Из этой формулы видно, что усилие на свободном конце швартова очень быстро убывает с увеличением числа шлагов (восьмерок). Равнодействующая сила  $R$  может быть определена по формуле

$$R = [(e^{2if\alpha} - 1)/(e^{-2f\alpha} - 1)] \sqrt{1 + e^{-2f\alpha} - 2e^{-2f\alpha} \cos \alpha} T_1$$

Принимая  $f\alpha = 0,5$ ;  $i = 5$  и  $\alpha = 4,0$ , получим  $R = 2,2T_1$ .

Силы, изгибающие тумбы кнектов при  $i = \infty$ , составляют примерно  $R = 2,5T_1$  и стремятся сблизить тумбы кнектов. Для расчета усилие  $T_1$  принимают равным 1/3 разрывного усилия швартова. Члечно, на котором действует сила  $R$ , принимают равным от 1/3 до 1/2 высоты тумбы кнекта.

Кроме изгиба, тумбы подвергаются еще и скручиванию, но ввиду малости напряжений от скручивания ими можно пренебречь и расчет вести только на изгиб с допускаемым напряжением, равным 1/6 временного сопротивления.

Для чугуна допускается напряжение не более  $200 \text{ кг}/\text{см}^2$ .

Для предварительного определения диаметра тумбы кнекта может служить табл. 25, где этот диаметр задан в зависимости от длины судна.

Таблица 25. Диаметр тумбы Кнекта в зависимости от длины судна

Длина судна, м	18	24	30	34	37	43	49	42	55	58
Диаметр тумбы, мм	76	89	102	114	127	140	152	165	178	190
Длина судна, м	61	64	67	73	85	92	98	104	110	116
Диаметр тумбы, мм	204	218	229	212	254	267	280	292	305	318
Длина судна, м	122	128	134	140	147	153	159	165	171	—
Диаметр тумбы, мм	330	343	356	366	381	394	406	419	432	—

Диаметр роульсов киповых планок и буксирных кнектов выбирают с учетом окружности пенькового или стального швартова:

Окружность пенькового швартова, мм	159	203	286	362	—	—
Окружность стального швартова, мм	44	60	84	111	139	190
Диаметр роульсов киповых планок, мм	75	100	150	200	50	300

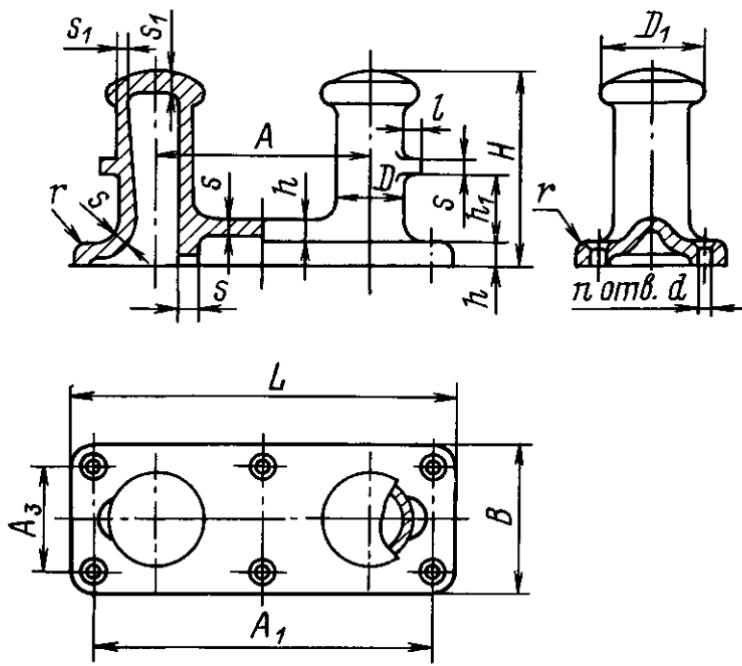


Рис. 78. Литой кнект

Таблица 26. Размеры литых прямых кнехтов, мм (см. рис. 78)

$D$	$D_1$	$L$	$B$	$H$	$h$	$h_1$	$s$	$s_1$	$r$
180	220	805	275	300	45	110	30	20	12
220	270	950	320	470	50	130	35	25	13
280	350	1230	410	630	60	165	40	30	15
360	450	1610	520	800	65	205	45	35	20
450	540	1975	630	890	70	210	50	40	20

$l$	$d$	$n$	$A$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	Наи- боль- ший диаметр сталь- ного ка- ната, мм	Наи- боль- шая длина окруж- ности капроно- вого каната, мм	Мас- са, кг (не бо- лее)
35	22	6	450	735	—	205	17,0	90	120
40	26	6	550	860	—	236	22,5	115	230
60	30	8	700	1126	373	306	28,0	150	442
80	39	10	900	1490	475	406	37,5	200	754
90	39	10	1125	1855	590	510	45,0	225	127,0

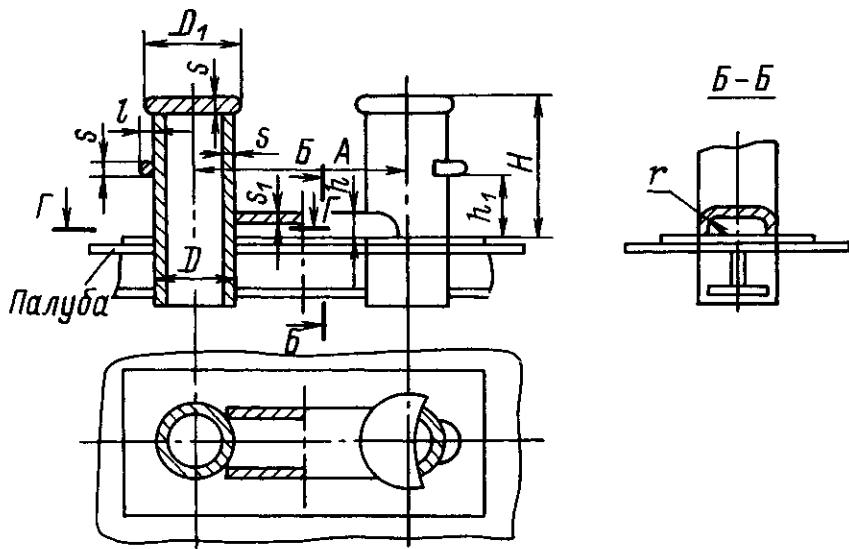


Рис. 79. Сварной кнект

Литой кнект показан на рис. 78, а его размеры представлены в табл. 26.

В настоящее время на судах отечественного флота получила широкое распространение установка прямых врезных кнектов (рис. 79) и табл. 27). Причем в местах установки кнектов и киповых планок на палубе устанавливают утолщенные листы настила взамен накладных листов.

При установке врезных кнектов помимо расчета прочности тумбы кнекта на изгиб необходимо также рассчитать прочность элементов заделки тумбы в палубе.

Обычно конструкторы также проверяют расчетом прочность подкрепления под киповые планки и кнекты, которые выбирают из условий равнопрочности по крепежным болтам оснований кнекта или киповой планки, или проверяют на действие силы  $P = 1/3$  разрывного усилия швартовного троса, приложенного на  $1/2$  высоты от подошвы тумбы кипа или кнекта.

Болты, винты или заклепки рассчитывают на восприятие момента  $M = Rh$ , учитывая, что кнект может иметь вращение вокруг оси первого ряда болтов, при условии возможности смятия палубы под кнектом вправо от первого ряда болтов

$$n = \frac{\pi d^2}{4} \left[ \sigma_{\text{доп}} 2l + \frac{\sigma_{\text{доп}}}{2} l \right] = Rh.$$

Преобразовав это выражение, можно определить требуемый диаметр болта, задаваясь допускаемым напряжением:

$$d = \sqrt{\frac{Rh}{1,9n} \sigma_{\text{доп}} l},$$

где  $d$  – диаметр болта, см;  $l$  – расстояние между рядами болтов в продольном направлении, см;  $\sigma_{\text{доп}}$  – допускаемое напряжение болта на растяжение, кг/см<sup>2</sup>;  $n$  – число болтов в ряду.

Для расчета киповой планки предполагаем, что трос на роульсе меняет свое направление на  $180^\circ$  и что усилие приложено на середине высоты ролика (рис. 80).

Исходя из этих соображений, киповые планки рассчитывают на действие силы, равной двойному разрывному усилию швартовного троса.

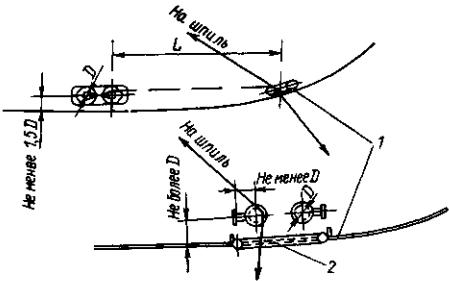


Рис. 80. Схема взаимного расположения кипов и кнектов

1 – борт; 2 – клюз или полуклюз;  $L \geq 10D$  для малых судов;  $L \geq 6D$  для средне- и крупнотоннажных судов, где  $D$  – диаметр кнекта

Таблица 27. Размеры врезных сварных кнехтов, мм (см. рис. 79)

D	$D_1$	Палуба						$s$	$s_1 = r$	l	A	Наибольший диаметр стального тро-са, мм	Наибольшая дли-на окружности ка-ронового каната, мм	Масса, кг (не более)								
		без деревянного настила			с деревянным настилом																	
		H	h	$h_1$	H	h	$h_1$															
I 100 I	140	170	230	25	75	290	85	135	8	8	30	350	13,5	70	32							
	180	215	290	30	93	350	90	153	8	8	35	450	17,0	90	49							
	219	265	367	40	120	427	100	180	10	8	40	550	22,5	115	80							
	299	355	523	50	155	583	110	205	14	10	60	700	28,0	150	210							
	377	450	676	60	200	736	120	260	16	10	80	900	37,5	200	346							
	450	550	705	80	220	765	140	280	18	10	90	1125	45,0	225	500							
	560	675	720	90	283	780	150	343	24	12	120	1375	56,0	275	1060							
	650	780	840	110	340	900	170	400	30	12	150	1625	65,0	300	1760							

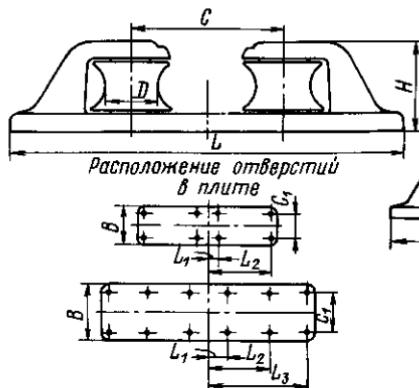


Рис. 81. Киповая планка с двумя роульсами



Рис. 82. Киповая планка с тремя роульсами

Принимая во внимание, что такая нагрузка будет случайной, допускаемое напряжение можно принять равным от 0,6 до 0,9 предела текучести материала.

В киповой планке расчетом проверяют штырь роульса на срез и ролик на изгиб, срез и смятие.

На рис. 81 показана киповая планка с двумя роульсами, а на рис. 82 – с тремя роульсами. Размеры киповой планки с двумя роульсами приведены в табл. 28, а характеристика киповой планки с тремя роульсами представлена ниже:

Диаметр стального каната, мм	.....	48,5
Окружность пенькового каната, мм	.....	350
Винты:		
размер .....	.....	M36
количество .....	.....	12
Масса, кг .....	.....	996,6
Основной материал .....	.....	Сталь

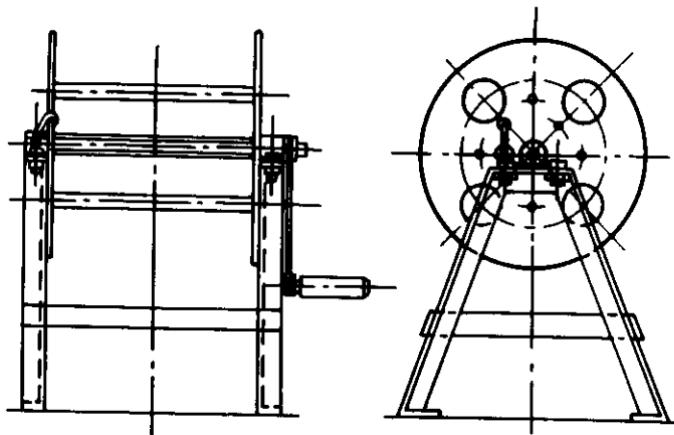


Рис. 83. Вьюшка для тросов

Таблица 28. Размеры киповой планки с двумя роульсами (см. рис. 81)

Диаметр сталь- но- го ка- ната, мм	Окружен- ность пенько- вого ка- ната, мм	<i>L</i>	<i>C</i>	<i>B</i>	<i>H</i>	<i>D</i>	<i>L</i> <sub>1</sub>	<i>L</i> <sub>2</sub>	<i>L</i> <sub>3</sub>	<i>C</i> <sub>1</sub>	Винты		Масса, кг
											Размер- ность	Коли- чество	
15,0	125	640	240	175	158	75	55	290	—	115	M16	8	44,5
19,5	175	800	300	210	180	100	60	365	—	140	M20	8	81,8
22,5	200	940	360	245	207	125	70	430	—	165	M24	8	134,0
26,0	225	1100	420	280	235	150	85	505	—	190	M27	8	216,5
37,0	300	1400	530	360	280	200	130	400	650	260	M30	12	408,5
43,5	325	1580	590	400	305	230	140	450	740	300	M30	12	544,0
48,5	350	1700	640	420	325	250	150	490	795	310	M36	12	679,0

Примечание. Основной материал — сталь. Для бензоналивных судов допускается заказ чугунных киповых планок.

Таблица 29. Характеристика вьюшки для тросов

Тип	Наименование	Окружность троса, мм	Максимальная длина наибольшего троса, м	Масса, кг
В	Вертикальные : для пеньковых тросов	125–150	220	80
		175–200	220	160
		225–250	220	250
Г	Горизонтальные : для пеньковых тросов	90–100	150	70
		125–150	220	130
		175–200	220	220
	для стальных тросов	15	125	35
		19,5	220	45
		19,5–21,5	300	80
		26–34,5	300	120

После того как определена окружность или диаметр швартовного троса, все остальные конструктивные элементы деталей швартовного устройства принимают по соответствующим таблицам нормативов в зависимости от окружности швартовного троса.

Кнектами часто пользуются как вытяжными отверстиями для удаления испорченного воздуха. Для этого на верхнюю часть тумбы кнекта надевают на стоянке вентиляционный растроб, который на ходу судна или в свежую погоду снимают, а отверстие закрывают непроницаемой крышкой.

Швартовные и буксирные клюзы или киповые планки совместно с кнектами устанавливают в носу и в корме, а также в оконечностях в районе  $1/4 - 1/3$  длины судна.

В швартовном устройстве используются тросовые стопоры, назначение которых аналогично назначению стопоров цепных канатов.

Швартовы хранятся на горизонтальных или вертикальных вьюшках (рис. 83 и табл. 29).

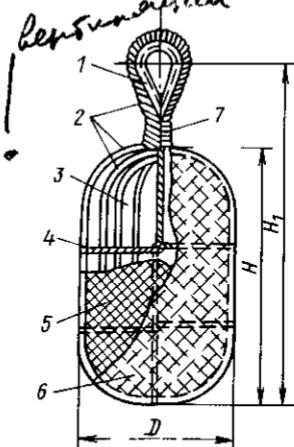


Рис. 84. Мягкий кранец

1 – коуш; 2 – смоленая петля-пенька окружностью 65 мм; 3 – мешок кранца; 4 – смоленая остропка-пенька окружностью 50 мм; 5 – крошеная пробка, 6 – оплетка из прядей окружностью 40–50 мм; 7 – бензель

Таблица 30. Характеристика мягкого кранца (см. рис. 84)

Наименование кранца	<i>H</i> , мм	<i>H</i> <sub>1</sub> , мм	<i>D</i> , мм	Масса, кг
Большой	700	800	500	44,0
Средний	500	600	300	19,0
Малый	300	400	180	7,0

Изображения изделий, показанных на рис. 83, а также на рис. 78 и 79, являются типовыми и не отражают всей имеющейся на них номенклатуры.

Мягкие кранцы, применяемые при швартовке и стоянках судов борт о борт, представлены на рис. 84 и в табл. 30.

На речных судах широкое распространение получили деревянные жесткие кранцы с пружинными амортизаторами и без амортизаторов.

### § 3. Постановка судна на бочку

Работа по подъему якоря довольно продолжительная и трудоемкая, поэтому при возможности суда становятся на бочку.

Бочка представляет собой клепаный или сварной поплавок, соединенный с „мертвым” якорем большой массы, лежащим на дне. От якоря идет цепь, прикрепленная к нижней скобе бочки или пропущенная сквозь бочку и заканчивающаяся наверху бочки рымом. Иногда на дне по прямой линии укладывают несколько „мертвых” якорей, соединенных между собой тяжелым канатом (цепью); к последнему присоединяют более тонкие цепи, оканчивающиеся наверху поплавками. Судно вылавливает поплавок, поднимает тонкую цепь и к ней крепится. Чтобы судно имело возможность стать на бочку, пришвартоваться у пристани или подать буксир другому судну, в фальшборте для пропуска перлинья устанавливают специальные клюзы.

Таблица 31. Разрывное усилие стальных тросов

Длина окружности, мм	25	32	38	44	51	57	64	70	76	83	89
	1,8	3,1	4,1	5,6	7,1	9,1	11,2	13,2	16,3	19,3	22,4
Разрывное усилие, тс/кН	17,8	30,4	40,2	55,0	69,2	89,0	110	130	160	190	210
Длина окружности, мм	95	102	108	114	120	127	133	140	152	165	
	26,1	30,5	34,6	38,6	49,0	59,0	65,0	71	84	98	
Разрывное усилие, тс/кН	256	300	337	390	480	580	635	700	825	960	

Для буксиров и швартовов часто применяют манильский трос.

Разрывное усилие для стальных тросов принимают в зависимости от длин их окружностей (табл. 31).

При использовании тросов с повышенной прочностью проволок могут быть приняты тросы, имеющие соответствующее Правилам Регистра СССР разрывное усилие при меньшей окружности по сравнению с приведенными в таблице.

#### § 4. Требования предъявляемые к швартовным устройствам при проектировании

Проектирование швартовного устройства производят комплексно с проектированием якорного и буксирного устройств. При этом учитывают следующие требования.

1. Снабжение судов тросами для швартовки и буксировки должно производиться в соответствии с требованиями Правил Регистра СССР 1985 г. или требованиями ОСТов В5.2027-8 и В5. 20.26-81.

Стальные, пеньковые или синтетические канаты должны применяться в соответствии с требуемой разрывной нагрузкой по действующим ОСТАм и ГОСТАм.

2. Для швартовки судов в носовой оконечности используют якорно-швартовные шпили, установка которых предусмотрена нормами и правилами проектирования якорных устройств. На судах водоизмещением более 28 000 т в дополнение к якорным шпилиям могут устанавливаться два электрических шпilia для швартовки.

Кормовые швартовные шпили применяют на судах водоизмещением более 300 т.

При наличии в корме лебедки достаточной мощности кормовой шпиль можно не устанавливать.

3. Количество кнехтов выбирают в зависимости от величины полного водоизмещения судна (табл. 32) исходя из конструктивных особенностей, назначения и общего расположения судна.

Таблица 32. Количество кнехтов на оба борта судна  
в зависимости от его полного водоизмещения

Район установки кнехтов	Полное водоизмещение судна, т						
	10— 125	126— 300	301— 1000	1001— 3000	3001— 7500	7501— 28000	28001— 42000
Носовая оконечность	2	2	4	4	4	4	6
Средняя часть	—	2	2	4	6	8	10
Кормовая оконечность	2	2	4	4	4	4	6

Размеры кнектов выбирают по наибольшему диаметру стального троса или наибольшей окружности пенькового или синтетического троса из числа принятых на судно швартовых тросов.

Кнекты могут быть стальными или чугунными. Для малых быстроходных судов и катеров, имеющих на снабжении только растительные или синтетические тросы, допускается изготовление кнектов из легких сплавов.

Наружный диаметр тумбы кнекта должен быть не менее 10 диаметров стального троса или одной окружности растительного троса, для которых предназначен кнект. Расстояние между осями тумб кнектов должно быть не менее 25 диаметров стального троса или трех окружностей растительного троса.

Для судов водоизмещением более 300 т, как правило, должны применяться двухтумбовые литые, сварные или врезные кнекты.

В средней части допускаются однотумбовые кнекты или специальные кипы-утки.

Разрешается непосредственная приварка тумб к настилу палубы с сохранением надпалубной высоты тумб, при этом приварка тумб к настилу палубы должна быть равнопрочной кнекту.

4. Для направления швартового троса и ограждения леерных стоек от повреждения швартовами должны устанавливаться киповые планки, клюзы (при наличии фальшборта) и тросовые отводы.

Применяются следующие киповые планки: косые литые стальные или чугунные, прямые стальные, с двумя роульсами стальные, с тремя роульсами и косые литые из легких сплавов для катеров по нормализованным чертежам.

Выбирание швартовов шпилем через киповые планки, расположенные на обоих бортах в районе шпиля, должно обеспечиваться без применения отводящих устройств.

Канифас-блоки и постоянные отводные ролики могут использоваться при наличии на судне только одного шпигеля или при использовании лебедок взамен шпигеля.

Установка киповых планок должна исключать возможность касания швартовов с верхней кромкой ширстрека.

5. Для облегчения переноса швартовов из стальных тросов диаметром более 26 мм со шпигеля на кнект предусматриваются переносные цепные и специальные тросовые стопоры, для крепления которых на палубе вблизи кнектов приваривают специальные обухи.

6. Для швартовки шлюпок и катеров в районе расположения забортных трапов, шлюпбалок, а также для подвешивания кранцев при швартовке необходимо устанавливать утки.

7. Все швартовные и буксируемые тросы, принятые на судно, как правило, должны храниться на вышках. По согласованию с заказчиком допускается хранение части тросов в тросовых кладовых, а пеньковых – на палубе. Для катеров допускается хранение всех тросов в кладовых или в корзинах на палубе.

8. Количество кранцев должно приниматься в соответствии с требованиями действующих табелей снабжения шкиперским

имуществом. Для хранения кранцев рекомендуется предусматривать специальные корзины, располагаемые в районах использования кранцев.

---

## Глава IV

# БУКСИРНОЕ УСТРОЙСТВО

### § 1. Состав буксирного устройства.

Буксирное устройство – специальное устройство судна, позволяющее ему буксировать другое судно или самому быть буксируемым. Оно включает совокупность механизмов и приспособлений, обеспечивающих возможность буксировки в различных условиях их плавания. Перечень элементов буксирного устройства судов, за исключением буксиров, траулеров и тральщиков, ограничивается несколькими усиленными кнектами или битенгами, устанавливаемыми в носу и корме судна. Число кнектов и их расположение выбирают с таким расчетом, чтобы судно имело возможность в случае необходимости взять на буксир бортом или кормой другое судно, не имеющее по каким-либо причинам своего хода.

Количество и расположение кнектов выбирают исходя из одновременного удовлетворения требованиям швартовки и буксировки самоходного или несамоходного судна, а поскольку в основном детали якорного, швартовного и буксирного устройств расположены в носу и корме, то становится очевидной необходимость одновременного проектирования якорного, буксирного и швартовного устройств. Кормовые кнекты используют для буксировки нескольких судов в кильватер.

На несамоходных судах, предназначенных для постоянной буксировки, кроме нормальных швартовных кнектов обязательно устанавливают специальные кнекты или битенги. Необходимость установки буксирных кнектов объясняется тем, что при буксировке, как правило, усилия значительно большие, чем при швартовке. Значительные тяговые усилия, развиваемые буксиром при ходе с возом, и постоянное использование буксирных судов по своему прямому назначению требуют введения в буксирное устройство дополнительных деталей. К ним относятся буксирные гаки с деталями их крепления, арки и буксирные лебедки. Гак является средством сцепления свободного конца буксирного каната с судном. Крепление буксирного каната с помощью гака в эксплуатации очень удобно, особенно при гаках откидного типа, которые обеспечивают быстрое крепление и отдачу каната.

Арки на буксирных судах предназначены поддерживать и направлять буксирный канат при ходе судна с возом, защищать людей и палубные надстройки в корме от повреждений при перемещении натянутого буксирного каната. Наличие арок как средства защиты становится особенно необходимым в моменты резкого изменения

угла, составляемого направлением буксирного каната с диаметральной плоскостью буксирного судна.

Буксирная лебедка в принципе имеет такое же назначение, что и буксирный гак. Разница заключается лишь в том, что лебедка является более эластичным средством удержания свободного конца буксирного каната, позволяет легко и быстро менять его длину. При возникновении рывков барабан лебедки, даже будучи закрепленным на тормозе, оказывается способным стравливать буксирный канат, смягчая тем самым вредное влияние динамических нагрузок на канат и на буксирное судно.

В общем случае буксирное устройство состоит из буксирного гака, буксирных лебедок, буксирных арок, клюзов, ограничивающих перемещение буксирного каната по палубе, буксирных кнехтов или битенгов и буксирного каната.

Обеспечить суда всех типов и назначений специальным устройством, позволяющим буксировать или быть буксируемым, не представляется возможным, поэтому при буксировке в аварийных случаях для закрепления буксирного каната используют кроме буксирных кнехтов различные фундаменты, надстройки, комингсы грузовых люков, грузовые мачты.

При буксировке легких судов на большие расстояния применяют буксирную брагу, представляющую собой трос, обнесенный вокруг корпуса или вокруг отдельных его частей (полубака или других надстроек). Для буксировки малых судов на небольшие расстояния и в тихую погоду применяют специальный стальной трос с коушами на концах, закрепленный скобой накрепко к обуху на форштевне. Взамен гака на буксирующем судне могут быть использованы кормовые швартовные кнехты, различные фундаменты и подкрепления, а также браги.

## § 2. Способы буксировки судов

Буксировка может выполняться различными способами. Выбор способа зависит от условий плавания судна и от буксируемого объекта.

На рис. 85 представлен способ буксировки с закреплением буксирного троса за две якорные цепи, а на рис. 86 показано использование якорных цепей в составе буксирных канатов. Для удлинения или укорочения буксирного каната при движении в узостях и плавании в открытом море во избежание рывков на волне можно использовать брашиль, потравливая или выбирая якорный канат, соединенный с буксиром.

Якорная цепь значительно увеличивает провисание буксирного троса, придавая ему большую эластичность при буксировке на волнении. После того как якорная цепь вытравлена на нужную длину, ее закрепляют дополнительными стопорами за носовые кнехты, чтобы избежать при больших рывках поломки брашиля.

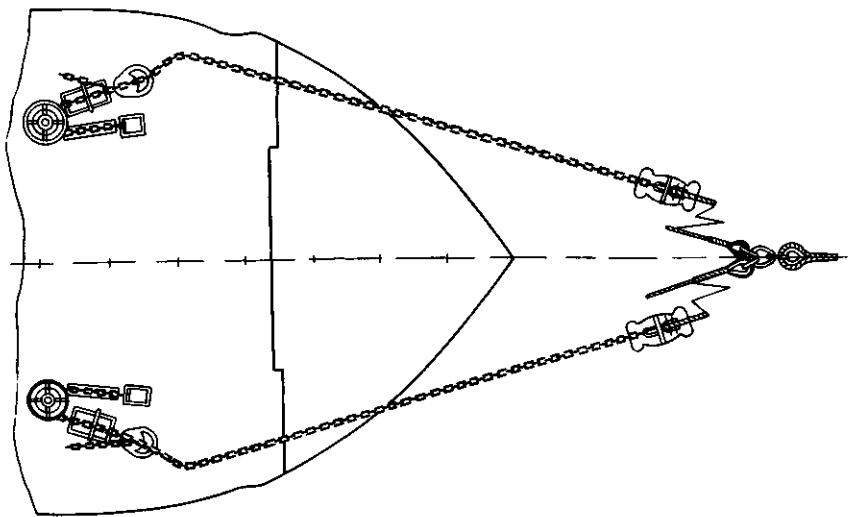


Рис. 85. Схема буксировки за якорные цепи

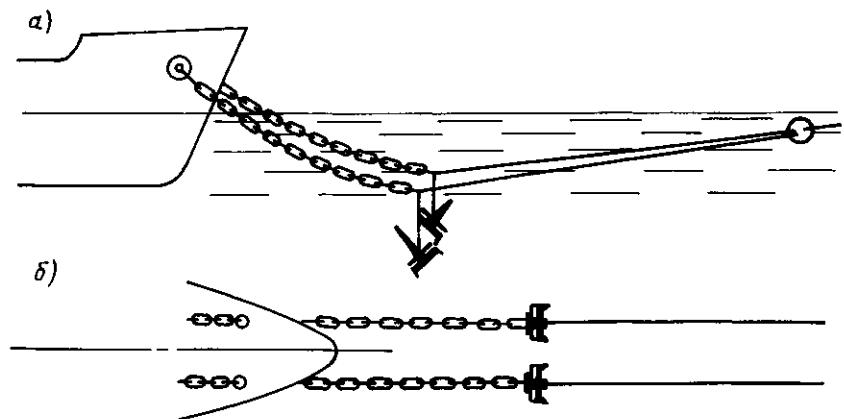


Рис. 86. Использование якорных цепей в составе буксирных канатов: а – с одним буксирным тросом; б – с двумя тросами

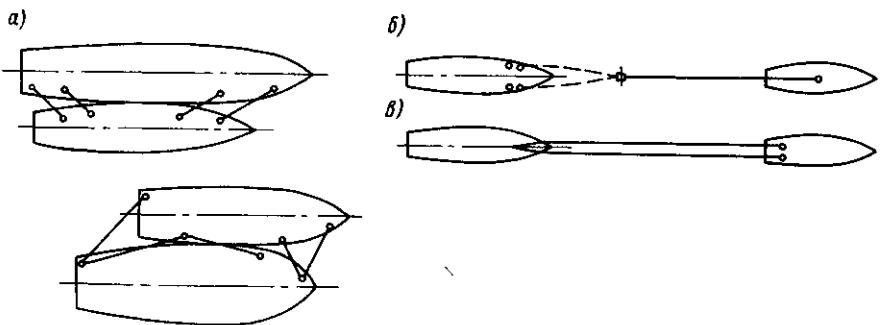


Рис. 87. Различные способы буксировки судов: а – лагом; б – способ крепления буксира за якорные цепи; в – буксировка двумя буксирными канатами

В нормальных условиях плавания, при достаточном провисании буксирного каната нагрузка на якорную цепь создается не больше, чем при стоянке судна на якоре на открытом рейде.

Крепление буксирных концов на обе якорные цепи буксируемого судна применяют лишь в очень редких случаях. Обычно один из становых якорей оставляют на месте для возможности его использования по назначению в случае надобности, а другой якорь расклепывают от якорной цепи и поднимают на палубу; к освобожденной от якоря якорной цепи крепят буксир или используют якорный клюз для подачи через него стального троса для буксировки. К скобе, соединяющей якорную цепь с буксирным тросом, крепят стальной трос окружностью до 75 мм для возможности подъема места соединения на палубу буксируемого судна. К буксируемому стальному тросу выбранной длины обычно вытравливают две-три смычки якорной цепи; в свежую погоду длина буксирного каната увеличивается как за счет стального троса, так и за счет цепи.

На рис. 87 схематично изображены различные способы буксировки судов.

Если буксировка осуществляется двумя буксирными тросами, соединенными с обеими якорными цепями, то они обязательно должны быть одинаковой длины. Длины тросов выравнивают с помощью брашиля. В этом случае, когда якорную цепь нельзя использовать в качестве буксирной браги, якорные клюзы освобождают от якорей и цепей и сквозь клюзы пропускают надежный стальной трос с огонами на концах, которые скрепляют с огонем буксирного троса соединительной скобой. Брага может быть также выполнена из двух стальных тросов с огонями на всех четырех концах. Огоны тросов, остающиеся на палубе, скрепляют один с другим с помощью растительного троса, который в случае надобности быстрой отдачей буксира может быть разрублен.

Применяется также способ крепления браги продеванием бревна сквозь огоны на палубе. Этот способ крепления браг является вполне надежным, так как бревно плотно прижимается силой натяжения буксира к прочной части палубы в районе клюзов.

Выбор способа буксировки зависит от состояния моря, силы и направления ветра и течения, маневренных качеств буксира и буксируемого судна и т. д. Суда, как правило, буксируются носом вперед, за исключением аварийных случаев, когда буксировку производят кормой вперед.

Буксиро́вка может производиться в кильватер, на длинном или коротком буксирном трюсе, а также лагом или толканием. Буксировка лагом, или „борт о борт” (см. рис. 87, а) применяется при плавании в узостях, в стесненных условиях портов, а также при плохой управляемости или чрезмерной рыскливости буксируемого судна. При этом способе буксировки на соприкасающихся бортах судов вывешивают возможно больше мягких кранцев для предотвращения повреждения бортов.

Для судов, плавающих по внутренним водным путям, может применяться буксировка методом толкания, но для этого буксир и буксируемые суда должны иметь специальные приспособления на корпусе: в носу – для буксира и в корме – для буксируемых судов (рис. 88).

Сущность толкания сводится к тому, что буксирное судно (толкач) становится не впереди, а позади воза и движет последний, упираясь брусьями носовой оконечности корпуса в корму средней баржи заднего ряда. В этом случае отпадает надобность в буксирном гаке, лебедке, арках и других деталях буксирного устройства: вместо них толкачи снабжаются носовыми упорными рамами.

Буксировка толканием более выгодна по сравнению с другими способами из-за снижения сопротивления расположенных впереди барж, а также благодаря снижению сопротивления возу, так как последний, находясь впереди, освобождается от влияния потоков воды, отбрасываемых движителями буксира.

Штатное буксирное устройство для каждого отдельного случая может дополняться и изменяться в зависимости от способа и конкретных условий буксировки.

Буксирное устройство помимо надежного закрепления буксирного каната должно обеспечить возможность быстрой его отдачи. Буксирующее и буксируемое суда должны иметь стопоры для буксирного каната.

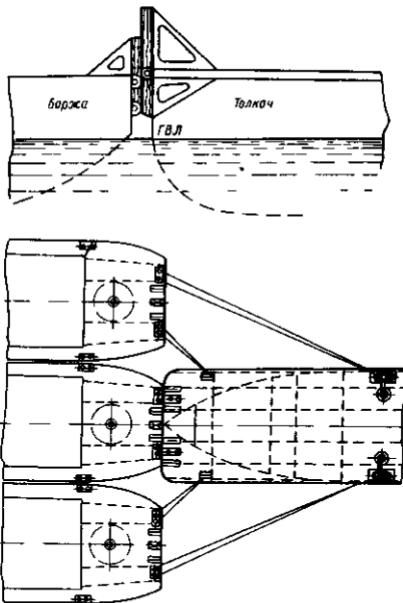


Рис. 88. Схема буксировки методом толкания

Если при буксировке применяется цепь, то на буксируемом судне используются штатные стопоры якорного устройства.

Буксируемые лебедки, шпили и брашпили, специально приспособленные для крепления буксирующего троса, могут легко выводиться из строя сильными рывками, которые возникают при буксировке. Поэтому после использования палубных механизмов буксирующий трос нужно сразу же перенести и закрепить за кнекхты, другие прочные конструкции судна или за брагу.

### § 3. Буксировка плавучих доков, земснарядов и кранов

Буксировка плавучих доков, земснарядов и плавучих кранов является сложным и ответственным мероприятием, которому должна предшествовать большая подготовительная работа. Прежде чем приступить к буксировке подобных сооружений, необходимо определить пригодность их для буксировки морем в возможных штормовых условиях, проверив остойчивость и прочность конструкций, связанных с буксировкой.

Оборудование буксируемыми устройствами плавучих доков, кранов и других крупных сооружений, которые по своему назначению при постройке не были оснащены специальными устройствами, зачастую вызывает значительные трудности. Для буксировки морем плавучие доки оборудуются брашпилем и вспомогательными шпиллями на всех четырех углах.

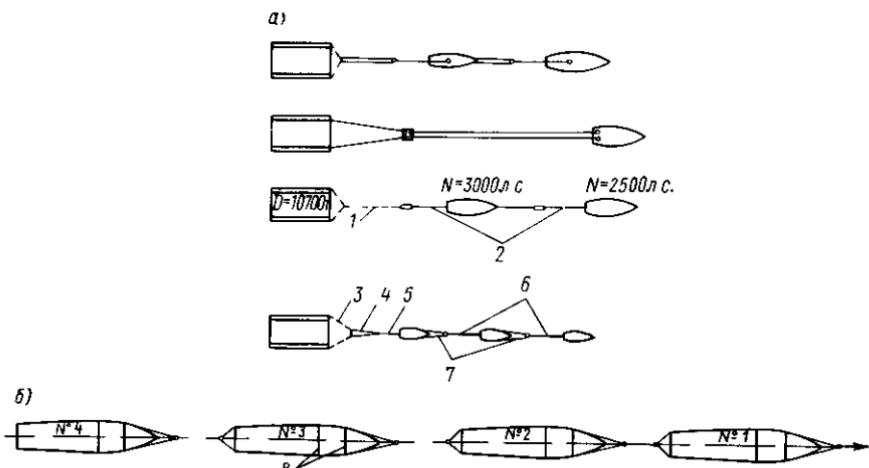


Рис. 89. Схемы буксировки доков (а) и катеров (б)

1 – якорная цепь диаметром 50 мм, длиной 160 м; 2 – стальной трос длиной 530 м; 3 – цепная брага; 4 – якорная цепь диаметром 63,5 мм, длиной 25 м; 5 – стальной трос диаметром 71,7 мм, длиной 425 м; 6 – стальной трос диаметром 43,5 мм, длиной 425 м; 7 – манильский трос диаметром 103,5 мм, длиной 425 м; 8 – распорные брусья. На судах № 1 и 2 устанавливают двойной трос, на судах № 3 и 4 – одинарный. Расстояние между буксируемыми судами должно быть не менее 1,5 длины судна

Плавучие доки, как правило, снабжаются буксирными брагами, к которым через скобу крепят буксирный трос. Прочность буксирных браг, скоб и вертлюгов, соединяющих брагу с тросом, должна быть значительно большей, чем прочность самого буксирного троса, так как в случае обрыва браги ее значительно сложнее, по сравнению с буксирным тросом, исправить или завести вновь.

При буксировке доков известны случаи обрыва браги из цепи калибром 50 мм, имеющей разрывное усилие около 100 т. Для буксировки плавучих доков и других подобных плавучих сооружений рекомендуется применять составной буксирный канат, состоящий из якорной цепи длиной около 200 м и стального троса длиной 400–500 м, имеющих разрывное усилие около 100–150 т.

Большое провисание буксирного каната допускают при ходе плавучего сооружения на глубокой воде в свежую погоду. При плавании в районе малых глубин, вследствие того что канат может ползти по грунту, сильно изнашиваясь, а при поворотах может задевать за лежащие на дне препятствия, большие провисания каната не допускаются.

На рис. 89 изображены схемы буксировки доков и катеров.

#### § 4. Буксировка судов в ледовых условиях

Ледокол в зависимости от ледовых условий буксирует обычно только одно судно тросом длиной 100 м, на коротком тросе длиной около 40 м или вплотную с буксируемым судном, когда оно своим форштевнем упирается в кормовой вырез ледокола.

Длинные тросы при буксировке судов даже в слабом льду используют редко вследствие того, что движению судна мешает масса льда, заполняющая канал между кормой ледокола и буксируемым судном, которое рыскает, ударяется о кромки канала и может получить повреждения корпуса.

Буксировку на коротком тросе применяют в том случае, когда канал, оставляемый ледоколом перед буксируемым судном, плотно заполняется битым плавающим льдом. При буксировке на коротком тросе требуется постоянная готовность машин буксируемого судна дать полный ход назад для погашения инерции при внезапной остановке ледокола.

Наиболее распространенным и предпочтительным способом является буксировка вплотную с буксируемым судном, когда на ледоколе имеется хороший кормовой вырез и когда высота кормы ледокола и высота носовой части судна совпадают. При буксировке вплотную необходимо прочно укрепить носовую часть судна в кормовом вырезе стальными швартовами или цепями.

Эластичность соединения кормового выреза ледокола с носовой частью судна обеспечивается установкой достаточного количества мягких кранцев.

## § 5. Буксировка малых судов

Малые суда рекомендуется буксировать с помощью одного троса, который последовательно подают на все суда при одновременной буксировке в кильватер нескольких судов и крепят на каждом из них шлагом за наиболее прочные устройства: битенги, кнекты, комингсы люков и т. п.

При отсутствии на судне достаточно прочных устройств трос обносят вокруг корпуса каждого буксируемого судна в виде браги. В браге делают огены с коушами, за которые укрепляют трос. При заводке браги необходимо обратить особое внимание на предохранение от повреждений как корпуса буксируемого судна, так и самой браги, особенно на углах у транца и на выступающих частях (рис. 90), где следует подкладывать деревянные подушки или толстые шпигованые маты. Штерты для подвески браги распределяют по длине судна и крепят за имеющиеся на палубе утки, кнекты и фундаменты. Носовую подвеску, предназначенную для подъема концов браги на борт, устанавливают со слабиной, допускающей свободное перемещение браги при буксировке на волнении. Для предотвращения переползания брагу закрепляют штертами в четырех точках за швартовные кнекты. Кормовой распорный брус крепят к транцу через накладку из бакелизированной фанеры шурупами.

Чтобы увеличить запас потенциальной энергии буксирного троса и уменьшить рывки, применяют подвешивание грузов посередине длины буксирного троса в виде якорей, цепей и т. д.

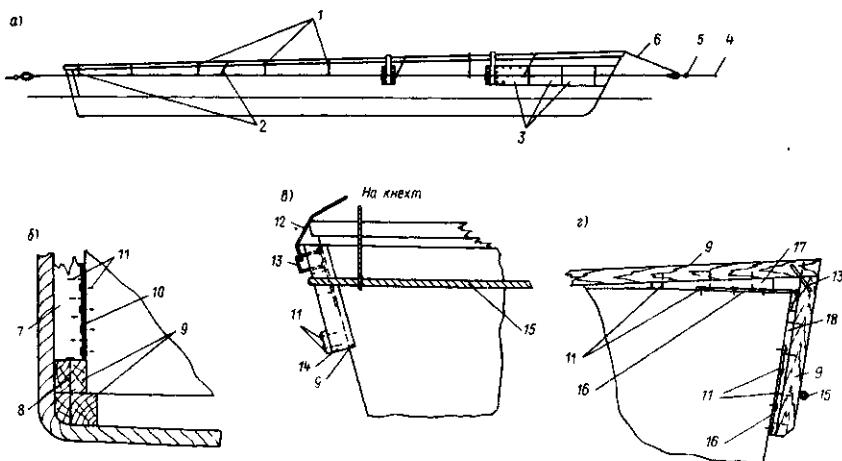


Рис. 90. Схемы буксировки деревянных судов: а – общая схема; б – типовое крепление наделки на транце; в – крепление браги; г – типовое крепление распорного бруса

1 – штерт для подвесок; 2 – штерт для оттяжки браги; 3 – бакелизированная фанера; 4 – буксир; 5 – скоба; 6 – носовая подвеска; 7 – распорный брус; 8 – болт; 9 – брус; 10 – накладка; 11 – шуруп; 12 – штерт; 13 – скоба; 14 – доска; 15 – трос браги; 16 – подкладка из фанеры; 17 – клип; 18 – заполнитель

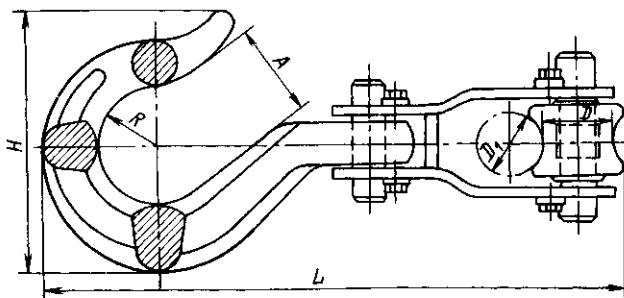


Рис. 91. Буксирный гак открытого типа

### § 6. Конструктивные рекомендации по расчету деталей буксирного устройства

Детали буксирного устройства должны быть выбраны из расчета на максимальное тяговое усилие, развиваемое данным судном. Обычно принимают усилие на гаке (расчетная нагрузка) равным 10–12 кг на 1 л. с. мощности главных двигателей  $P = 10N$ , где  $P$  – расчетная нагрузка на гаке, кг  $N$  – мощность главных двигателей, л. с.

Максимально возможную динамическую нагрузку на гаке принимают равной удвоенной расчетной нагрузке, т. е. принимают коэффициент динамичности, равный 2:  $T_{\text{расч}} = 2P$ .

Диаметр буксирного каната определяют из условия обеспечения коэффициента запаса от разрывного усилия: для стальных тросов  $n = 2-3$ ; для пеньковых –  $n = 5$ .

Сила, разрывающая канат,  $P_{\text{разр}} = T_{\text{расч}} n$ .

По полученному значению разрывного усилия по табл. 10 выбирают стальной или пеньковый трос нужного сечения.

Диаметр начальной окружности барабанов лебедок и направляющих блоков берут равным 16–20 диаметрам троса.

На рис. 91 и 92 представлены типы буксирных гаков. Буксирный гак выбирают в зависимости от тягового усилия (табл. 33 и 34).

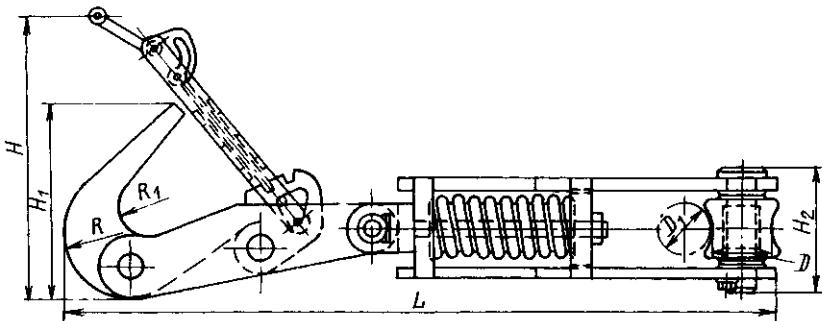


Рис. 92. Буксирный гак закрытого типа

Таблица 33. Характеристика буксирного гака открытого типа (см. рис. 91)

Тяговое усилие, кН	<i>L</i> , мм	<i>H</i> , мм	<i>A</i> , мм	<i>R</i> , мм	<i>D</i> , мм	<i>D</i> , мм	Масса, кг
4,9	353	152	53	35	40	36	5,1
9,8	449	193	68	45	46	47	8,6
14,9	499	211	74	50	55	55	12,6
19,6	590	243	88	60	64	65	20,6
29,0	700	302	100	70	80	80	34,6
49,0	962	448	145	104	100	100	79,2

Примечание. Основной материал — сталь

К буксирному устройству предъявляются следующие требования:

1. Буксирное устройство на судах всех классов должно быть предусмотрено в носу и корме.

2. Буксирное устройство должно обеспечивать возможность быстрой отдачи буксира.

3. Кормовое буксирное устройство должно обеспечивать буксировку судна, себе подобного.

4. Прочность всех деталей, предназначенных для крепления буксирных тросов (гаков, стропов, обухов и др.), должна проверяться по разрывному усилию буксирного троса.

5. На судах всех классов должна предусматриваться возможность крепления буксирных тросов к якорным цепям.

6. Буксирные клюзы, носовой и кормовой, должны предусматриваться на судах всех классов. При наличии клюзов специальных устройств и возможности их использования для корпуса буксира буксирные клюзы не устанавливаются. Клюзы могут быть закрытые (с замкнутым контуром) или открытые (с накладкой, позволяющей надежно замкнуть окно клюза). В качестве открытых клюзов могут

Таблица 34. Характеристика буксирного гака закрытого типа (см. рис. 92)

Тяговое усилие, кН	<i>L</i> , мм	<i>H</i> , мм	<i>H</i> <sub>1</sub> , мм	<i>H</i> <sub>2</sub> , мм	<i>R</i> , мм	<i>R</i> <sub>1</sub> , мм	<i>D</i> , мм	<i>D</i> <sub>1</sub> , мм	Масса, кг
196	875	340	228	160	82	35	80	65	56,70
29,0	1100	430	290	185	100	45	96	80	93,87
49,0	1405	540	380	237	130	55	130	100	187,90
72	1655	630	425	267	160	60	155	115	353,13
118	1945	750	525	305	192	75	180	140	537,20

Примечание. Основной материал — сталь.

Таблица 35. Характерные буксировки судов на большие расстояния

Район буксировки	Характеристика буксира	Характеристика буксируемого судна (воза)	Скорость буксирования, уз.	Диаметр буксирного троса, мм	Длина буксирного каната трос—цель, м	Провисание буксирного каната, м
Балтийское море – Тихий океан (вокруг мыса Доброй Надежды) Протяженность более 17000 миль	$L = 184$ м $B = 18,35$ м $T = 7,72$ м $N = 2750$ л. с. $D = 9200$ т $N = 2500$ л. с.	$L = 189,3$ м $B = 17,5$ м $T = 7,9$ м $H = 11,5$ м $D = 12480$ т $D = 7719$ т	8,0 6,0	Стальной трос $\varnothing$ 66,0 $P_{разр} = 154$ т –	600, в том числе 1–5 смычек якорной цепи 830, в том числе 180 (стальной трос) и 650 (манильский трос)	50 157
–	$D = 26000$ т	$D = 16000$ т	5,0	Стальной трос $\varnothing$ 90 Якорная цепь $\varnothing$ 57 Пеньковый трос $\varnothing$ 48	634 82 300 55 520	61
–	–	–	10,0	Цепь $\varnothing$ 28	38	11,0
Тихий океан	Транспорт	Секция плавучего дока	5,0	Два стальных троса $\varnothing$ 57	530	–
Тихий океан (пройдено 4700 миль)	Два буксира: $N = 2500$ л. с. $N = 3000$ л. с.	Плавучий док, $D = 10700$ т	–	Стальной трос $\varnothing$ 65	425 м 215	–
Тихий океан	Три буксира: $D = 7000$ т $N = 2000$ л. с. $D = 5000$ т $N = 1100$ л. с. $D = 5000$ т $N = 1100$ л. с. $D = 5000$ т $N = 1100$ л. с.	Плавучий док, $D = 12000$ т	–	Стальной трос $\varnothing$ 71,5 Цепь $\varnothing$ 61,5	–	–
Балтийское море	Один буксир	11 барж с металлическим и композитным корпусом	–	Стальной трос $\varnothing$ 45 (брага) Стальной трос между баржами $\varnothing$ 40	200–300 100–150	Для усиления провисания троса между баржами подвешивались грузы по 100–150 кг из кусков цепей

Примечания.  $L, B, H, D$ —главные размерения и водоизмещение судна;  $N$  — мощность механизмов. Диаметр кнехтов и битенгов, штатных, или специально устанавливаемых для перехода, выбирали равным 20 диаметрами буксирного троса.

быть применены киповые планки со специальными откидными на-  
кладками. Размеры окна клюза должны обеспечивать беспрепятствен-  
ное прохождение деталей коренного конца буксирного троса.

Конструктивные элементы буксирного устройства выбирают в  
зависимости от диаметра буксирного каната, который, в свою очередь,  
определяют по величине характеристики снабжения.

В практике моряков и речников накоплен большой опыт букси-  
ровки судов и других плавучих сооружений на большие расстояния  
(табл. 35).

## РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ ЯКОРЯ ПОВЫШЕННОЙ ДЕРЖАЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

Настоящим расчетом проверяется прочность якоря повышенной держащей способности весом 25 кг при испытании его пробной нагрузкой.

Пробная нагрузка принята равной удвоенной регистровой нагрузке:

$$P = 2 \cdot 180 \cdot G^{2/3} = 2 \cdot 180 \cdot 25^{2/3} = 3100 \text{ кг.}$$

Здесь  $G = 25$  кг — вес якоря.

Предельная нагрузка должна быть не меньше величины  $1,1 \cdot P = 1,1 \cdot 3100 = 3400$  кг.

Определим действующие на якорь внешние силы (рис. 1). Исходные данные:  $l_B = 725$  мм — длина веретена;  $l_L = 460$  мм — длина лапы;  $\varphi = 30^\circ$  — угол между лапой и веретеном.

Углы  $\alpha$  и  $\gamma$  определяются путем совместного решения двух уравнений:

$$\alpha + \gamma = 180^\circ - \varphi;$$

$$\operatorname{tg} 0,5(\alpha - \gamma) = \frac{l_B - 0,5l_L}{l_B + 0,5l_L} \operatorname{ctg} 0,5\varphi;$$

$$\operatorname{tg} 0,5(\alpha - \gamma) = \frac{72,5 - 0,5 \cdot 46}{72,5 + 0,5 \cdot 46} \operatorname{ctg} 0,5 \cdot 30^\circ \approx 1,933,$$

откуда  $\alpha - \gamma = \sim 125^\circ$ ;  $\alpha + \gamma = 180^\circ - 30^\circ = 150^\circ$ ;  $\gamma = 12^\circ 30'$ .

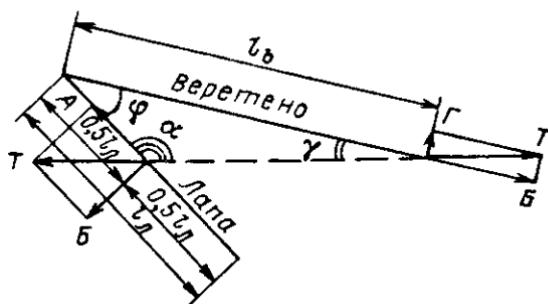


Рис. 1

Силы, действующие на якорь:

$$A = T \cos (\gamma + \varphi) = T \cos (12^\circ 30' + 30^\circ) = 0,737T;$$

$$B = T \sin (\gamma + \varphi) = T \sin (12^\circ 30' + 30^\circ) = 0,676T;$$

$$B = T \cos \gamma = T \cos 12^\circ 30' = 0,976T;$$

$$F = \sin \gamma = T \sin 12^\circ 30' = 0,216T.$$

**Расчет лапы.** Длина проекции цепи  $h$  принимается равной  $4/3$  длины лапы  $l_p$ :  $h = (4/3)46 = 61$  см. Расчетом проверяются два сечения лапы: сечение  $I-I$  и сечение  $II-II$  (рис. 2).

Расстояние между наружными гранями лап в месте приложения цепи  $2l = 33$  см.

Угол между плоскостью лап и цепью

$$\theta = \arctg \frac{h}{l} = \arctg \frac{62 \cdot 2}{33} = 75^\circ.$$

Натяжение цепи

$$D = \frac{B}{2 \sin \theta} = \frac{0,676}{2 \cdot 0,966} T = 0,350T.$$

Определим предельную силу для сечения  $I-I$ .

Плечи сечения  $I-I$ :  $b_1 = 12,4$  см;  $a_1 = 10,0$  см.

Изгибающий момент относительно оси  $x$  (см. рис. 4)

$$M_x = \frac{B}{2} b_1 = \frac{0,676}{2} 12,4T = 4,19T \text{ кг} \cdot \text{см}.$$

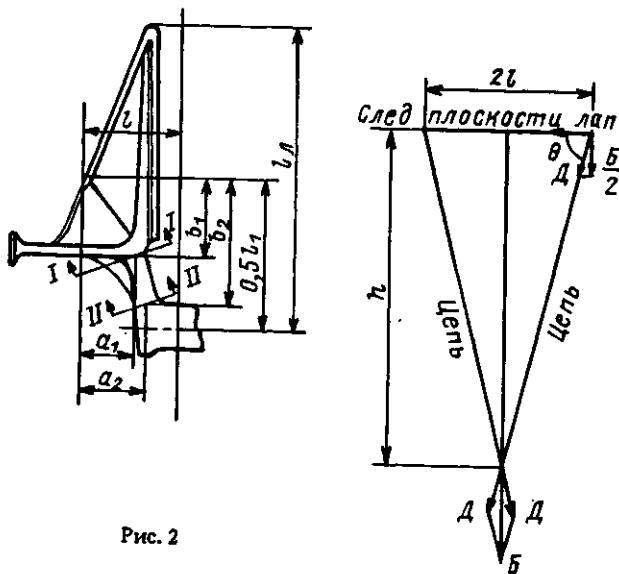


Рис. 2

Изгибающий момент относительно оси *y*

$$M_y = D \cdot b_1 = 0,350 \cdot 12,4T = 4,34T \text{ кг} \cdot \text{см.}$$

Крутящий момент

$$M_{kp} = \frac{B}{2} a_1 = \frac{0,676}{2} 10,0T = 3,38T \text{ кг} \cdot \text{см.}$$

Напряжение в сечении:

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} = \frac{4,19}{17,1} T = 0,245T \text{ кг}/\text{см}^2;$$

$$\sigma_{y \max} = \frac{M_y}{W_{y \min}} = \frac{4,34}{8,5} T = 0,510T \text{ кг}/\text{см}^2;$$

$$\sigma_{y \min} = \frac{M_y}{W_{y \max}} = \frac{4,34}{31,0} T = 0,140T \text{ кг}/\text{см}^2;$$

$$\tau = \frac{M_{kp}}{W_{kp}} = \frac{3,38}{8,7} T = 0,389T \text{ кг}/\text{см.}$$

Наибольшее значение имеет нормальное напряжение от изгиба  $\sigma_{y \max}$ . Предельная сила для сечения I-I:

$$T_{pr} = \frac{\sigma_r}{0,510} = \frac{2300}{0,510} = 4500 \text{ кг.}$$

Здесь предел текучести  $\sigma_r = 2300 \text{ кг}/\text{см}^2$ .

Определим предельную силу для сечения II-II.

Плечи сечения II-II:  $b_2 = 19,4 \text{ см}$ ;  $a_2 = 11,8 \text{ см}$ .

Изгибающий момент относительно оси *x* (см. рис. 4)

$$M_x = \frac{B}{2} b_2 = \frac{0,676}{2} 19,4T = 6,56T \text{ кг} \cdot \text{см.}$$

Изгибающий момент относительно оси *y*

$$M_y = D b_2 = 0,350 \cdot 19,4T = 6,79T \text{ кг} \cdot \text{см.}$$

Крутящий момент

$$M_{kp} = \frac{B}{2} a_2 = \frac{0,676}{2} 11,8T = 3,99T \text{ кг} \cdot \text{см.}$$

Напряжение в сечении:

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{6,56}{62,9} T = 0,104 T \text{ кг/см}^2;$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{6,79}{15,2} T = 0,447 T \text{ кг/см}^2;$$

$$\tau = \frac{M_{\text{кр}}}{W_{\text{кр}}} = \frac{3,99}{26,5} T = 0,150 T \text{ кг/см}^2.$$

Пределная сила для сечения II-II:

$$T_{\text{пр}} = \frac{\sigma_T}{0,447} = \frac{2300}{0,447} = 5150 \text{ кг.}$$

Расчет веретена. Сила  $B$  растягивает веретено, сила  $\Gamma$  изгибает его. Прове-ряются два сечения веретена — в середине его длины и в месте перехода стержня веретена в головку:  $l_b = 725 \text{ мм}$ ;  $a = 80 \text{ мм}$ ;  $l = l_b/2 = 363 \text{ мм}$ .

Определим предельную силу для сечения I-I (рис. 3).

Изгибающий момент в сечении

$$M = \Gamma(l_b - a) = 0,216(72,5 - 8,0)T = 13,9T \text{ кг} \cdot \text{см}.$$

Нормальное напряжение от изгиба

$$\sigma_1 = \frac{M}{W} = \frac{13,9}{21,8} T = 0,638 T \text{ кг/см}^2.$$

Нормальное напряжение от растяжения

$$\sigma_2 = \frac{B}{F} = \frac{0,976}{23,14} T = 0,042 T \text{ кг/см}^2.$$

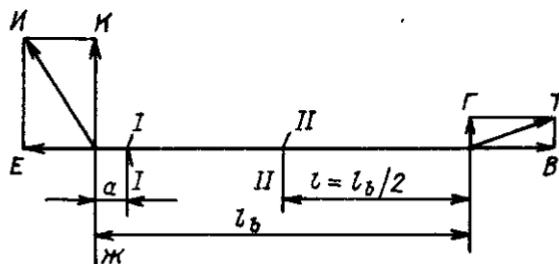


Рис. 3

### Суммарное напряжение

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 = (0,638 + 0,042)T = 0,680T \text{ кг/см}^2.$$

Предельная сила для сечения I-I:

$$T_{\text{пр}} = \frac{\sigma_T}{0,680} = \frac{3000}{0,680} = 4400 \text{ кг.}$$

Здесь предел текучести  $\sigma_T = 5000 \text{ кг/см}^2$ .

Определим предельную силу для сечения II-II.

Изгибающий момент в сечении

$$M = F \cdot k = 0,216 \cdot 35:3T = 7,85T \text{ кг} \cdot \text{см.}$$

Нормальное напряжение от изгиба

$$\sigma_1 = \frac{M}{W} = \frac{7,85T}{10,4} = 0,755T \text{ кг/см}^2.$$

Нормальное напряжение от растяжения

$$\sigma_2 = \frac{B}{F} = \frac{0,976}{14,78} 0,066T \text{ кг/см}^2.$$

Суммарное напряжение

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 = (0,755 + 0,066)T = 0,821T \text{ кг/см}^2.$$

Предельная сила для сечения II-II:

$$T_{\text{пр}} = \frac{\sigma_T}{0,821} = \frac{3000}{0,821} = 3700 \text{ кг.}$$

Из сравнения полученных значений предельной силы в расчетных сечениях якоря с допускаемым значением предельной нагрузки может быть сделано заключение, что прочность якоря весом 25 кг соответствует пробной нагрузке. При этом остаточных деформаций после испытания детали якоря иметь не будут.

Расчет элементов сечений. Сечение лапы I-I (рис. 4):

а) элементы сечения относительно оси x:

момент инерции относительно нейтральной оси

$$I = \frac{2,1 \cdot 7,0^3}{12} + \frac{5,9 \cdot 0,5^3}{12} = 60 \text{ см}^4;$$

отстояние крайнего волокна

$$y_{\text{max}} = 3,5 \text{ см};$$

момент сопротивления

$$W_x = I/y_{\text{max}} = 60/3,5 = 17,1 \text{ см}^3.$$

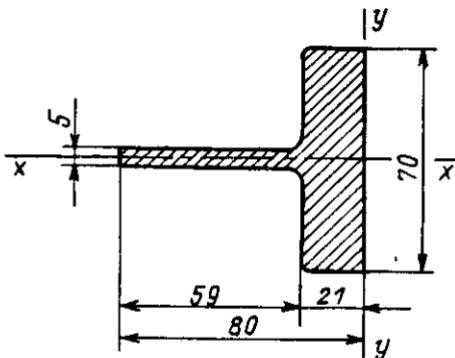


Рис. 4

Размеры, мм	$f, \text{см}^2$	$x, \text{см}$	$fx, \text{см}^3$	$fx^2, \text{см}^4$	$i, \text{см}^4$
21 x 70 59 x 5	14,7 2,95	0 4,0	0 11,8	0 47,2	5,4 8,6
$\Sigma$	17,65	0,67	11,8	61,2	

б) элементы сечения относительно оси  $y$ :  
момент инерции относительно нейтральной оси

$$I = 61,2 - 0,67 \cdot 11,8 = 53,3 \text{ см}^4;$$

отстояние крайнего волокна

$$x_{\max} = 5,90 + 1,05 - 0,67 = 6,28 \text{ см};$$

$$x_{\min} = 8,0 - 6,28 = 1,72 \text{ см.}$$

момент сопротивления

$$W_{y \min} = I/x_{\max} = 53,3/6,28 = 8,5 \text{ см}^3;$$

$$W_{y \max} = I/x_{\min} = 53,3/1,72 = 31,0 \text{ см}^3;$$

в) момент сопротивления кручению

$$W_{kp} = \frac{1}{3} \frac{b^2 h}{1 + 0,603(b/h)} ;$$

$$b = 2,1 \text{ см}; h = 7,0 \text{ см};$$

$$W_{kp} = \frac{1}{3} \cdot \frac{2,1^2 \cdot 7,0}{1 + 0,603(2,1/7,0)} = 8,7 \text{ см}^3.$$

*Сечение лапы II-II (рис. 5). Площадь сечения  $f = 2,8 \cdot 11,6 = 32,5 \text{ см}^2$ .*

*Момент сопротивления относительно оси  $x$ :*

$$W_x = \frac{fh}{6} = \frac{32,5 \cdot 11,6}{6} = 62,9 \text{ см}^3.$$

*Момент сопротивления относительно оси  $y$ :*

$$W_y = \frac{fb}{6} = \frac{32,5 \cdot 2,8}{6} = 15,2 \text{ см}^3.$$

*Момент сопротивления кручению*

$$W_{kp} = \frac{1}{3} \cdot \frac{b^2 h}{1 + 0,603(b/h)} = \frac{1}{3} \cdot \frac{2,8^2 \cdot 11,6}{1 + 0,603(2,8/11,6)} = 26,5 \text{ см}^3.$$

*Сечение веретена I-I (рис. 6).*

*Площадь сечения  $F = 23,14 \text{ см}^2$ .*

*Момент инерции относительно оси  $x$ :  
 $I = 65,3 \text{ см}^4$ .*

*Отстояние крайнего волокна  $y = 3,0 \text{ см}$ .*

*Момент сопротивления*

$$W(I/y) = 65,3/3,0 = 21,8 \text{ см}^3.$$

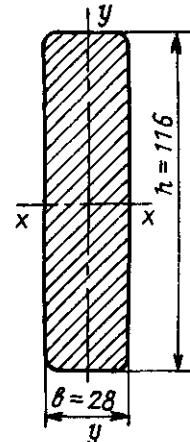


Рис. 5

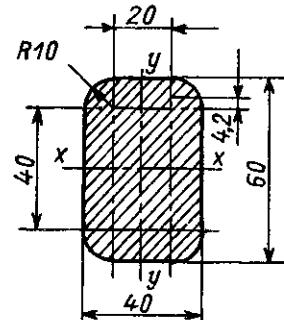


Рис. 6

Размеры, мм	$f, \text{ см}^2$	$y, \text{ см}$	$fy^2, \text{ см}^4$	$i, \text{ см}$
60 x 20 2(40 x 10)	12,0 8,0	0 0	0 0	36,0 10,7
$4 \frac{\pi 10^2}{4}$	3,14	2,42	18,4	0,2
$\Sigma$	23,14	-	65,3	-

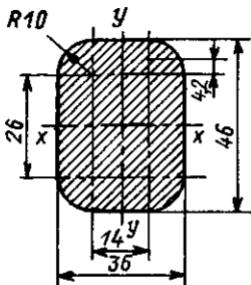


Рис. 7

Размеры, мм	$f$ , см $^2$	$y$ , см	$fy^2$ , см $^4$	$I$ , см $^4$
46 x 14	6,44	0	0	11,4
2(26 x 10)	5,20	0	0	2,9
$\frac{\pi \cdot 10^2}{4}$	3,14	1,72	9,3	0,2
$\Sigma$	14,78		23,8	

Сечение веретена II-II (рис. 7).

Площадь сечения  $F = 14,78 \text{ см}^2$ .

Момент инерции относительно оси  $x$ :  $I = 23,8 \text{ см}^4$ .

Отстояние крайнего волокна  $y = 2,3 \text{ см}$ .

Момент сопротивления  $W = I/y = 23,8/2,3 = 10,4 \text{ см}^3$ .

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров М. Н. Судовые устройства. Л.: Судостроение, 1968. 372 с.
2. Евдосеев Н. И., Городничев В. С. Пособие по проектированию корабельных устройств и систем. М.: Воениздат, 1947. 284 с.
3. Краковский И. И. Судовые устройства. М.: Изд-во Минречфлота, 1947. 508 с.
4. Москаленко Н. Ф. Судовые якоря, якорные цепи и уход за ними. Л.: Морской транспорт, 1947. 42 с.
5. Морской Регистр СССР. Л.: Транспорт, 1990. 620 с.
6. Поздюнин В. Л. Судовые устройства и системы, Л.: Морской транспорт, 1951. 300 с.
7. Шмаков М. Г. Судовые устройства. Л.: Судостроение, 1979. 168 с.
8. Юхнин Е. И. Якорное, швартовное и буксирующее устройства. Л.: Судпромгиз, 1955. 145 с.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

От автора .....	3
Глава I. ЯКОРНОЕ УСТРОЙСТВО.....	4
§ 1. Общая характеристика якорных устройств.....	4
§ 2. Якоря первой группы.....	7
§ 3. Якоря второй группы.....	10
§ 4. Якоря третьей группы.....	20
§ 5. Якоря четвертой группы.....	28
§ 6. Основные соотношения конструктивных элементов и держащая способность якорей различных систем.....	33
§ 7. Испытания якорей на прочность.....	35
§ 8. Якорный канат.....	40
§ 9. Якорная цепь.....	47
§ 10. Испытания и приемка якорных цепей.....	52
§ 11. Якорные клюзы.....	54
§ 12. Стопоры для якорного каната.....	58
§ 13. Цепные ящики и откидные гаки для отдачи коренных концов цепей .....	65
§ 14. Устройства для отдачи, уборки и хранения якорей .....	68
Глава II. ВЫБОР ЭЛЕМЕНТОВ ЯКОРНЫХ УСТРОЙСТВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СУДНА, МАРКИРОВКА И ПОРЯДОК ХРАНЕНИЯ ЯКОРЕЙ И ЦЕПЕЙ .....	73
§ 1. Определение усилий, возникающих в якорной цепи при снятии судна с якоря .....	73
§ 2. Выбор массы, числа якорей и размеров якорных канатов в первом приближении .....	74
§ 3. Требования, предъявляемые к якорным устройствам при проектировании .....	78
§ 4. Клеймение и маркировка цепей и якорей .....	90
§ 5. Уход за якорями и якорными цепями .....	91
Глава III. ШВАРТОВОЕ УСТРОЙСТВО.....	94
§ 1. Состав швартового устройства и выбор швартовов.....	94
§ 2. Характеристика элементов швартового устройства.....	95
§ 3. Постановка судна на бочку .....	104
§ 4. Требования, предъявляемые к швартовым устройствам при проектировании .....	105
Глава IV. БУКСИРНОЕ УСТРОЙСТВО.....	107
§ 1. Состав буксирного устройства .....	107
§ 2. Способы буксировки судов .....	108
§ 3. Буксировка доков, земснарядов и кранов .....	112
§ 4. Буксировка судов в ледовых условиях .....	113
§ 5. Буксировка малых судов .....	114
§ 6. Конструктивные рекомендации по расчету деталей буксирного устройства .....	115
Приложение .....	119
Список литературы .....	126

Производственное издание

**Евгений Иванович Юхин**

## **ЯКОРНОЕ, ШВАРТОВНОЕ И БУКСИРНОЕ УСТРОЙСТВА СУДОВ**

Заведующий редакцией Ю. И. Смирнов

Редактор Н. П. Саяпина

Художественный редактор Ю. Н. Васильев

Художник обложки Б. Н. Комаров

Технический редактор Е. А. Полякова

Корректор Е. Ю. Смирнова

ИБ № 1703

Подписано в печать 10.07.92. Формат 60 x 88 1/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 7,84. Уч.-изд. л. 7,58. Усл. кр.-отт. 8,09. Тираж 500 экз. Изд. № 4521—91. Заказ № 511.

Набрано в издательстве „Судостроение“ на наборно-печатывающих автоматах операторами  
М. А. Маренковой и В. В. Михайловой

Издательство „Судостроение“, 191065, Санкт-Петербург, ул. Гоголя, 8.

Отпечатано в Государственной типографии № 4 г. С.-Петербурга при Министерстве печати  
и информации Российской Федерации. 191126, г. Санкт-Петербург, Социалистическая  
улица, 14