627.94
О-568

С. Б. ОЛЬШАМОВСКИЙ

СУДОВОЖДЕНИЕ НА ВНУТРЕННИХ ВОДНЫХ ПУТЯХ

Утверждено учебно-методическим советом при Управлении кадров и учебных заведений МРФ в качестве учебника для учащихся судоводительской специальности речных училищ и техникумов

Оо 155967

БИБЛИОТЕКА
Новосибирского института
инженеров водного транспорта

ИЗДАТЕЛЬСТВО „ТРАНСПОРТ" МОСКВА—1965

627.94

УДК 656.628 (075.3)

Книга содержит описание современных методов судовождения на внутренних водных путях, их теоретическое обоснование и техническое обеспечение. Показана роль маневренных качеств судов и составов при маневрировании.

В книге освещены основные вопросы управления судами и составами на внутренних водных путях с теоретическим обоснованием оптимальных способов маневров. Книга написана в соответствии с программой дисциплины «Судовождение на внутренних водных путях» для судоводительской специальности речных училищ и техникумов и предназначена в качестве учебника по указанной дисциплине.

Капитаны и штурманы судов для повышения своей теоретической подготовки могут использовать отдельные разделы книги, включающие ряд новых вопросов судовождения, ранее не рассматривавшихся в учебниках по судовождению.

Книга может быть также полезна работникам судоходных инспекций и студентам высших учебных заведений эксплуатационной и судоводительской специальностей.

Сводный тематический план «Учебники, учебные и методические пособия для вузов и техникумов» на 1965 г. п. 1013.

ПРЕДИСЛОВИЕ

XXII съездом Коммунистической партии Советского Союза принята историческая программа развернутого строительства коммунизма в нашей стране. В течение двух десятилетий будет создана материально-техническая база коммунизма.

Огромные масштабы капитального строительства требуют быстрого развития и дальнейшего технического перевооружения речного транспорта, призванного полностью удовлетворить потребности народного хозяйства в перевозках.

Высокая производительность труда на речном транспорте будет обеспечена прежде всего высокой квалификацией работников, коммунистической сознательностью и дисциплиной.

«Судовождение на внутренних водных путях», как наука, сравнительно молода. Эта дисциплина является профилирующей при подготовке высококвалифицированных судоводителей речного флота.

Ввиду сложности судовождения на внутренних водных путях большое число вопросов, относящихся к судовождению, пока не находит качественного и количественного решения, хотя за последние годы благодаря исследованиям советских ученых наука «Судовождение на внутренних водных путях» находится на стадии превращения ее в точную науку.

Автор выражает благодарность рецензентам В. Ф. Саратову и И. Я. Чалкину, преподавателям судоводительской специальности Московского речного техникума и Ростовского речного училища, высказавшим ряд ценных замечаний при просмотре рукописи.

Автор также выражает благодарность инженеру-судоводителю Е. И. Честнову, проделавшему трудоемкую работу по редактированию рукописи.

Все замечания и указания на недостатки книги и на желательные ее изменения и дополнения будут приняты автором с признательностью.

ГЛАВА I

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СУДОВОЖДЕНИЯ

§ 1. ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ СУДОВОЖДЕНИЯ

Интенсивное развитие народного хозяйства СССР вызывает необходимость резкого увеличения объема перевозок по внутренним водным путям. По семилетнему плану развития народного хозяйства СССР перевозки речным транспортом возрастут на 80%. Генеральный перспективный план предусматривает еще более значительный рост перевозок. Предпосылками выполнения плана являются не только увеличение и модернизация флота, но и использование внутренних резервов: широкое внедрение средств автоматизации и механизации, ускорение судооборота, снижение аварийности и т. д.

В связ с этим основная задача судовождения заключается в обеспечении безопасной проводки судна или состава по заданному пути в кратчайший срок с наименьшими отклонениями от оси судового хода в условиях любой видимости путем комплексного использования технических средств и методов судовождения.

Сложные условия плавания на внутренних водных путях и развитие смешанного плавания река—море требуют от судоводителя речного флота знания современных методов и технических средств судовождения.

При плавании по внутренним водным путям судоводителю приходится решать три основные задачи: определять местоположение судна относительно судового хода (производить ориентировку), выбирать наиболее безопасный и выгодный путь и обеспечивать точное следование избранным курсом.

В настоящее время при вождении судов на внутренних водных путях судоводители ориентируются, применяя глазомерный способ и его разновидности: радиолокационно-глазомерный и глазомерно-навигационный.

Навигационный способ ориентировки применяется только на крупных озерах и морях. Этот способ изучается в курсе «Навигация».

Безопасный и выгодный путь судоводитель выбирает на основе знаний и субъективной оценки закономерностей движения водного потока и русла, габаритов судового хода, маневренных качеств судна и гидрометеорологических факторов. Следование избранным курсом обеспечивается использованием приемов и способов судовождения и маневрирования, выработанных многовековой практикой.

Рассмотрение трех основных задач судовождения и является целью дисциплины «Судовождение на внутренних водных путях».

§ 2. ГЛАЗОМЕРНЫЙ МЕТОД СУДОВОЖДЕНИЯ

Основу глазомерной проводки судов составляет непрерывное наблюдение за внешней средой и поведением своего судна или состава для определения местоположения судна относительно судового хода, выбора курса или направления движения. Местоположение определяется по ориентирам: знакам судоходной обстановки, характерным особенностям местности, наблюдаемой судоводителем.

В зависимости от положения ориентиров относительно курса судна различают три следующих способа глазомерной ориентировки:

1) с круговым обзором;
2) с фронтальным обзором;
3) с секторным обзором.

Сущность кругового обзора состоит в том, что судоводитель наблюдает ориентиры, расположенные на курсовых углах от 0 до 180° левого и правого бортов.

При ориентировке с фронтальным обзором судоводитель пользуется ориентирами, расположенными на курсовых углах от 0 до 90° обоих бортов.

При секторном обзоре местности судоводитель использует для корректировки курса только ориентиры, находящиеся впереди мачты судна внутри конуса острого зрения. Известно, что у человека с нормальным зрением при фиксированном положении глаз площадь наиболее острого зрения находится в конусе с углом 3—6°. Однако зрение совершенно удовлетворительно и в пределах угла, равного 20°.

При секторном обзоре судоводитель в основном использует ориентиры, расположенные от линии курса в пределах от 0 до 10° на левый и правый борта.

Каждому виду ориентировки соответствует различное время и, стало быть, частота коррекции курса судна. Очевидно, что точность вождения судна при каждом способе ориентировки будет неодинакова.

Наибольшее значение имеет определение точности движения на криволинейных участках.

Примем, что при подходе к закруглению судно находилось на оси судового хода. Для определения нового курса судоводитель произвел ориентировку и определил новый курс. Уклонение судна от оси судового хода за время ориентировки a можно определить по приближенной формуле

$$a = t_{\text{ор}} v \sin \alpha, \tag{1.1}$$

где a — уклонение судна от оси судового хода в *м*;
$t_{\text{ор}}$ — время ориентировки в *сек*;
v — скорость судна в *м/сек*;
α — угол между осью судового хода и линией курса в градусах.

Точность ориентировки зависит от используемого способа ориентировки, скорости движения судна, времени суток и кривизны судового хода. Очевидно, что для конкретных скоростей движения судов и условий плавания имеются оптимальные способы ориентировки.

Для оценки точности проводки теплохода типа «Ракета» производилась запись курса с помощью гироскопического курсографа. На рис. 1 штриховкой показана ширина ходовой полосы, полученная по трем рейсам при движении вниз на участке протяженностью 3 *км*. Проводка производилась одним и тем же судоводителем в условиях темной ночи с ориентировкой по знакам судоходной обстановки.

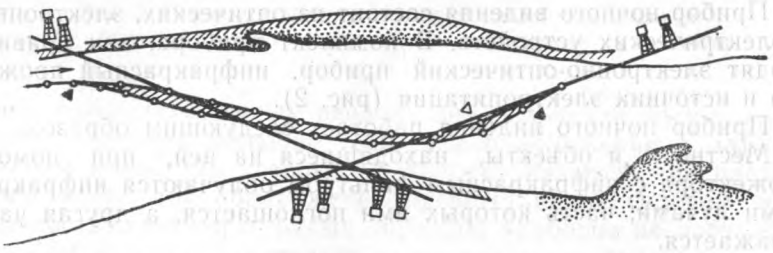


Рис. 1. Ширина ходовой полосы при проводке теплохода типа «Ракета»

Как показано на рисунке, ширина ходовой полосы на участке при ориентировке с фронтальным обзором в середине участка достигает 70—80 *м*, т. е. отклонение от оси судового хода составляет 35—40 *м*.

К положительным особенностям глазомерного метода судовождения следует отнести то, что судоводитель, удерживая в поле зрения всю обстановку, имеет возможность почти непрерывно получать информацию о перемещении судна по избранному курсу. При этом оценка наблюдений осуществляется очень быстро и результаты немедленно используются для корректировки курса.

Недостатки глазомерного метода заключаются в том, что он может быть применен только при наличии визуальной видимости, а также в том, что оценка правильности движения основана на субъективном методе восприятия.

Видимость предметов-ориентиров резко ухудшается с наступлением темноты, что объясняется свойствами нашего глаза, мало приспособленного к ночному видению. Поэтому, как показывает статистика, бóльшая часть посадок на мель и столкновений судов, связанных с потерей глазомерной ориентировки, происходит в темное время суток. Этот недостаток глазомерной ориентировки может быть значительно уменьшен за счет применения приборов ночного видения.

§ 3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИБОРОВ НОЧНОГО ВИДЕНИЯ

Малая естественная освещенность является причиной неудовлетворительной видимости ночью. Самый простой способ облегчить наблюдение ночью — осветить судовой ход лучом прожектора. Однако применение прожектора оказывает слепящее действие и вызывает потерю ориентировки судоводителем встречного судна, поэтому применение прожекторов не всегда возможно. Если освещать судовой ход невидимыми инфракрасными лучами, то помех для других судоводителей не будет. На этом принципе основаны приборы ночного видения.

Прибор ночного видения состоит из оптических, электронных и электрических устройств. В комплект прибора, как правило, входят электронно-оптический прибор, инфракрасный прожектор и источник электропитания (рис. 2).

Прибор ночного видения работает следующим образом.

Местность и объекты, находящиеся на ней, при помощи прожектора с инфракрасным фильтром облучаются инфракрасными лучами, часть которых ими поглощается, а другая часть отражается.

Лучи, которые отразились и попали в объектив прибора ночного видения, фокусируются на поверхности фотокатода, в результате чего создается изображение в невидимых инфракрасных лучах. Затем с помощью электронно-оптического преобразователя невидимое изображение преобразуется в видимое, которое судоводитель наблюдает в окуляр бинокля.

Дальность действия прибора ночного видения зависит от мощности лучистого потока инфракрасного прожектора, параметров прибора и состояния атмосферы.

Дальность действия современных приборов ночного видения достигает 1,5 *км* и более.

Преимуществом приборов ночного видения по сравнению с радиолокаторами является то, что с их помощью ночью можно получать видимое изображение местности, а недостатком — невозможность видеть в густом тумане из-за рассеивания ин-

фракрасных лучей. Приборы ночного видения на речном флоте стали применяться с 1963 г. Эти приборы следует использовать в темное время суток при подходе к причалам, шлюзам, мостам и т. д. Особенно эффективно их применение при прохож-

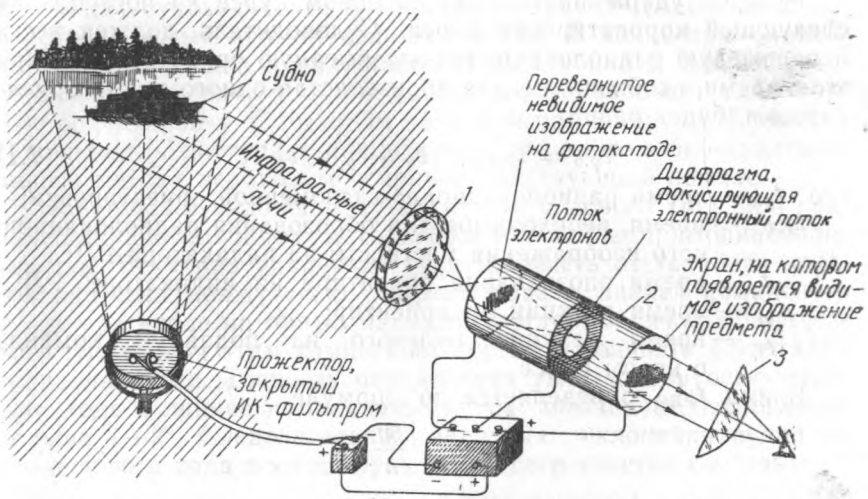


Рис. 2. Принципиальная схема прибора ночного видения:
1 — объектив; *2* — электронно-оптический преобразователь; *3* — окуляр

дении плохо освещенных рейдов, при движении судна вдоль берегов, дающих большие тени, при приближении к затененным ярам, контуры которых не просматриваются, при расхождении судов, для обнаружения препятствий на судовом ходу. Дальность действия опытных образцов приборов не превышает 300—500 *м*, что ограничивает их практическое применение.

§ 4. РАДИОЛОКАЦИОННО-ГЛАЗОМЕРНЫЙ МЕТОД СУДОВОЖДЕНИЯ

При плавании на внутренних водных путях в условиях неудовлетворительной видимости за последние годы широкое применение получили радиолокаторы.

В основе радиолокационного метода судовождения на внутренних водных путях лежит радиолокационно-глазомерный способ ориентировки. Рассмотрим сущность этого метода.

На индикаторе кругового обзора судоводитель видит радиолокационное изображение картины местности, опознает ориентиры, определяющие судовой ход, и глазомерно оценивает положение центра развертки (местонахождение своего судна) в отношении ориентиров и судового хода. Положение курсовой

черты на индикаторе указывает направление движения судна. Сравнивая направление движения с направлением судового хода, найденное с помощью ориентиров, судоводитель производит корректировку курса судна, уменьшая угол между курсовой чертой и направлением оси судового хода, и задает судну соответствующий компасный курс.

Рулевой удерживает судно на новом курсе до поступления следующей корректировки курса. Судоводитель должен вести непрерывную радиолокационно-глазомерную ориентировку. При этом время, необходимое для производства одного цикла ориентировки, будет равно

$$t_{\text{р.о}} = t_{\text{РЛС}} + t_{\text{о}} + t_{\text{р}_1} + t_{\text{р}_2}, \qquad (2.1)$$

где $t_{\text{р.о}}$ — время радиолокационно-глазомерной ориентировки;
$t_{\text{РЛС}}$ — время, необходимое для образования радиолокационного изображения местности на индикаторе РЛС;
$t_{\text{о}}$ — время опознавания ориентира на индикаторе РЛС;
$t_{\text{р}_1}$ — время реакции на ориентир;
$t_{\text{р}_2}$ — время реакции рулевого на поданную команду о новом курсе.

Время $t_{\text{РЛС}}$ определяется по формуле

$$t_{\text{РЛС}} = \frac{60}{n} K, \qquad (3.1)$$

где n — число оборотов антенны в *мин*;
K — коэффициент, учитывающий послесвечение экрана $K=1{,}5 \div 2$ и более.

Безопасность плавания с помощью РЛС во многом зависит от знания района плавания, умения быстро читать радиолокационное изображение, технических возможностей РЛС и маневренных качеств судна.

§ 5. ГЛАЗОМЕРНО-НАВИГАЦИОННЫЙ МЕТОД СУДОВОЖДЕНИЯ

При плавании на водохранилищах и плесовых участках рек в условиях пониженной видимости на участках, где судовой ход значительно удален от берега, ориентиры визуально не обнаруживаются. Глазомерным способом вести судно становится невозможно, хотя дальность видимости позволяет своевременно обнаруживать встречные суда и дает возможность безопасно разойтись с ними. В таких случаях применяется глазомерно-навигационный метод судовождения.

Судовой ход на водохранилищах, как правило, состоит из прямолинейных участков большой протяженности — 10 *км* и более, которые обычно обозначены створными знаками. Переход с одного прямолинейного участка на другой обычно осуществляется вблизи берега с близко расположенными ориентирами (створные знаки, поворотные буи, контуры берегов и т. д.).

Сущность глазомерно-навигационного метода состоит в том, что судоводитель при входе на прямолинейный участок путем глазомерной ориентировки определяет ось судового хода и выводит на нее судно. Когда направление движения судна будет точно совпадать с направлением оси судового хода, судоводитель замечает время и компасный курс. Судно следует по определенному судоводителем компасному курсу до следующего поворота на новый прямолинейный участок. В конце прямолинейного участка судно приближается к берегу или к знакам судоходной обстановки, и судоводитель восстанавливает глазомерную ориентировку. С выходом на новый прямолинейный участок судоводитель поступает аналогично. Для глазомерно-навигационного метода необходим исправно действующий компас.

Наибольшее уклонение судна от оси судового хода при глазомерно-навигационном методе будет в конце прямолинейного участка. Величина уклонения будет зависеть от точности определения угла между осью судового хода и линией компасного курса при входе на прямолинейный участок, величины пройденного расстояния этим компасным курсом и точности удержания судна на курсе. Точность определения угла между осью судового хода и линией компасного курса обычно не отклоняется дальше 1—2°. Следовательно, величина уклонения судна от оси судового хода в конце прямолинейного участка составит

$$a_2 = (0{,}020 - 0{,}035)\, L, \qquad (4.1)$$

где L — длина прямолинейного участка в *м*;

На каждый километр пройденного пути судно отклоняется на 20—35 *м*. Исходя из точности метода, ширины судового хода $B_{с.х}$ *м* и скорости движения судна v *км/час*, можно определить максимальный интервал между двумя последующими глазомерными ориентировками $t_п$ *мин*:

$$t_п = \frac{B_{с.х} - 2\Delta B}{1{,}2v}, \qquad (5.1)$$

где $t_п$ — допускаемое время отсутствия глазомерной ориентировки в *мин*;

$B_{с.х}$ — ширина судового хода участка в *м*;

ΔB — минимальное расстояние, на которое можно приближаться к границе судового хода ($B = 25$ *м*);

v — скорость движения судна в *км/час*.

В табл. 1 приведены величины возможных уклонений судна от оси судового хода a_2, максимальный интервал между двумя последующими ориентировками для ширины судового хода 200, 300, 600 *м* и безопасная длина прямолинейного участка, проходимого за время $t_п$.

Точность глазомерно-навигационного способа значительно ниже глазомерного и радиолокационно-глазомерного. Поэтому при наличии радиолокатора при ухудшении видимости следует

Таблица 1

Тип судна	Скорость, км/час	При $B_{с.х}$=200 м			При $B_{с.х}$=300 м			При $B_{с.х}$=600 м		
		a_2, м	L, м	$t_п$, мин	a_2, м	L, м	$t_п$, мин	a_2, м	L, м	$t_п$, мин
«Ракета»	60	75	2400	2,4	125	3500	3,5	225	7600	7,6
«Родина»	25	75	2400	5,0	125	3500	8,3	225	7600	18,3
Буксирный состав	10	75	2400	12,0	125	3500	21,0	225	7600	46,0

переходить на радиолокационно-глазомерный метод судовождения. При использовании глазомерно-навигационного метода следует принимать меры предосторожности, включить эхолот и в конце прямолинейного участка большой протяженности снизить скорость хода.

Из табл. 1 можно видеть, что при движении по прямолинейным участкам водохранилищ с большой шириной судового хода и протяженностью от 2 до 7 *км* целесообразно применение авторулевого. Наиболее эффективно по времени авторулевые используются при проводке составов. В настоящее время авторулевые получают на судах все большее распространение.

§ 6. АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ СУДНОМ НА ПРЯМОЛИНЕЙНОМ УЧАСТКЕ С ПОМОЩЬЮ АВТОРУЛЕВОГО ТИПА «СВИРЬ»

В основу работы авторулевого типа «Свирь» (рис. 3 и 4) положено использование магнитного поля Земли. Чувствительным элементом схемы, регистрирующим все условия перемещения судна относительно стран света, является индукционный датчик. Стабилизация движения судна на заданном курсе сводится к решению задачи в горизонтальной плоскости, т. е. использованию горизонтальной составляющей вектора магнитного поля Земли.

При движении судна по заданному курсу ось индукционного датчика должна быть ориентирована под прямым углом к вектору горизонтальной составляющей. В этом случае индукционный датчик не дает никаких электрических сигналов импульсов. При отклонении судна с заданного курса индукционный датчик начинает подавать электрические сигналы. Сигналы индукционного датчика усиливаются и преобразуются в постоянный ток, который воздействует на рулевой привод и вызывает перекладку руля в сторону, противоположную отклонению судна с заданного курса. Для обеспечения устойчивого автомати-

ческого удержания судна на заданном курсе необходимо, чтобы схема учитывала не только углы отклонения судна с курса, но и углы отклонения руля. Звеном, преобразующим угловые перемещения руля в электрические сигналы, служит следящий потенциометр. Эти сигналы поступают в индукционный датчик и влияют на его сигналы, таким образом осуществляется обратная связь.

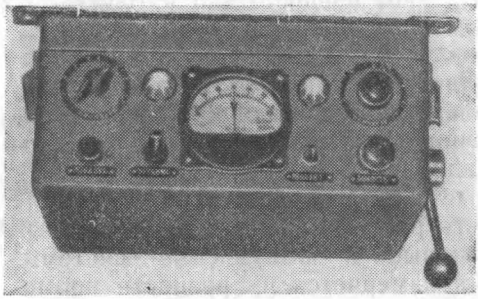


Рис. 3. Пульт управления авторулевого

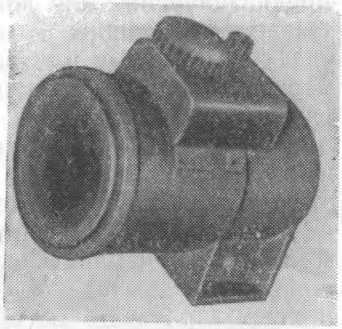


Рис. 4. Датчик курса авторулевого

Алгебраическое сложение электрических сигналов в индукционном датчике от углов отклонения судна и обратной связи позволяет получить устойчивое автоматическое управление судном на прямолинейном участке.

Использование авторулевого заключается в следующем. За 4—5 *мин* до подхода судна к прямолинейному участку на пульте управления выключатель питания переводится в положение «Включено» для прогрева аппаратуры. Как только судно выйдет точно на требующийся прямолинейный курс, корректируют нуль по индикатору курса и затем переходят на автоматическое управление, для чего переключатель режимов ставят в положение «Автоматическое управление».

Оптимальным считается режим, обеспечивающий прямолинейное движение судна с минимальными углами перекладки руля. При этом максимальные углы рыскания судна в спокойной воде при больших глубинах не превышают $\pm 0{,}5°$, а перекладки руля $-2°$.

Судоводитель должен периодически следить за работой авторулевого, наблюдая за показаниями аксиометра и компаса.

§ 7. РАДИО И ЭЛЕКТРОНАВИГАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ СУДОВОЖДЕНИЯ

Радиотехнические средства (РТС) и методы судовождения приобрели в настоящее время очень большое значение.

Достижения в области радиоэлектроники создали условия

для осуществления автоматизации многих процессов судовождения. Сущность радионавигационных методов судовождения состоит в определении места судна с помощью радиотехнических средств РТС, расположенных как на берегу, так и на судне. РТС судовождения по дальности действия подразделяются на системы дальнего, среднего и ближнего действия и системы, предназначенные для лоцманской проводки. РТС судовождения бывают следующие:

1) угломерные или азимутальные, дающие возможность измерять пеленги на источник излучения радиоволн. К ним относятся радиопеленгаторы и радиомаяки направленного действия;

2) дистанционные или дальномерные, дающие возможность измерять расстояния до источника излучения радиоволн. К ним относятся радиодальномер, радиолаг;

3) разностно-дистанционные или гиперболические, дающие возможность измерять разность расстояний до двух береговых станций. К ним относятся фазовые и импульсные системы. В первых разность расстояний измеряется по разности промежутка времени между моментами прихода радиоимпульсов, а во вторых — по разности фаз.

Наибольшей точностью определения места судна обладает фазовая радионавигационная система. Поэтому она является наиболее перспективной для использования при плавании на озерах, водохранилищах и шлюзованных реках.

Способы определения расстояний или разностей расстояний между двумя радиопередающими устройствами, основанные на измерении разности фаз принимаемых радиоволн, впервые были предложены в 1930—1934 гг. советскими учеными Л. И. Мандельштамом, Н. Д. Папалекси и Е. Я. Щеголевым.

В навигацию 1962 г. фазовая система применялась на Волге для записи траектории движения теплохода типа «Ракета» во время опытных ночных рейсов.

Принцип работы фазовой системы

На берегу устанавливается цепь четырех радиостанций—одной ведущей и трех ведомых, работающих синхронно. Ведущая станция располагается в центре, а ведомые — в вершинах приблизительно равностороннего треугольника. Все станции цепи работают непрерывно. Сигналы ведущей станции принимаются ведомыми, затем трансформируются в строго определенном соотношении и снова излучаются в атмосферу.

На судне сигналы ведущей и ведомых станций принимаются при помощи специального многоканального приемника, имеющего несколько (по числу станций) измерителей разности фаз — фазометров.

Линиями равных значений разности фаз являются гиперболы. По показаниям одного фазометра можно определить лишь

номер гиперболы линии положения судна, т. е. установить, что судно находится где-то на линии m—n. Для того чтобы определить место нахождения судна, нужно определить как минимум две гиперболы, для чего следует иметь в тот же момент времени еще одну разность фаз, которой соответствует другая гипербола. Точка пересечения двух гипербол от трех станций и будет определять местонахождение судна (рис. 5). В практике используются для большей точности три гиперболы от четырех станций. Для непрерывной автоматической записи движения судна используются путепрокладчики (рис. 6).

Электронавигационный метод судовождения состоит в использовании для определения места судна электромагнитного

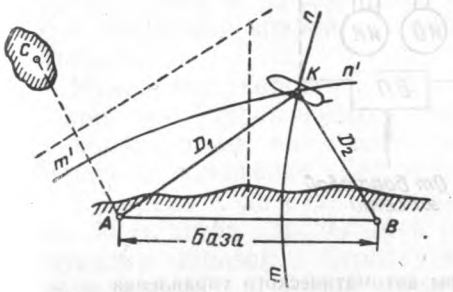


Рис. 5. Принцип работы фазовой радионавигационной системы:
A — ведущая радиостанция; *B*, *C* — ведомые радиостанции; *m*, *n* — линия (гипербола) равных разностей фаз от *A* и *B*; *m'*,*n'* — линия (гипербола) равных разностей фаз от *A* и *C*

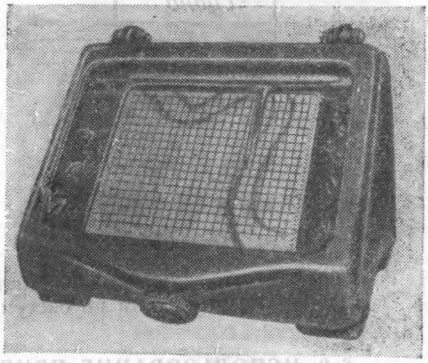


Рис. 6. Автоматический путепрокладчик

поля, создаваемого кабелем, уложенным по дну водоема. Для создания электромагнитного поля по кабелю пропускается переменный электрический ток от береговых источников питания. На судне устанавливается аппаратура, измеряющая величину горизонтальной и вертикальной составляющих электромагнитного поля, усиливающая эти величины и позволяющая по стрелочным указателям определить положение судна в отношении кабеля. Комплект этой аппаратуры на судне (рис. 7) состоит из приемной рамки *ПР*, представляющей собой крестообразный ферритовый сердечник с двумя обмотками. В обмотках вертикального стержня сердечника выделяется вертикальная, а горизонтального — горизонтальная составляющая. Сигналы усиливаются в усилителе горизонтальной составляющей силового поля *УГС* и усилителе вертикальной составляющей силового поля *УВС* и поступают в индикатор курса *ИК* и индикатор отклонения *ИО*. *ИК* показывает судоводителю, в какую сторону отклонилось судно от кабеля, а *ИО* — на какую величину (в *м*) оно отклонилось. На основании этого судоводитель производит

корректировку курса судна. Это устройство получило название электролоцмана.

В настоящее время ведутся исследования возможности автоматического управления судном с помощью системы ведущего кабеля. Принцип автоматизации управления судном состоит в использовании усиленных сигналов от горизонтальной и вертикальной составляющих электромагнитного поля кабеля для непосредственного воздействия на рулевой привод.

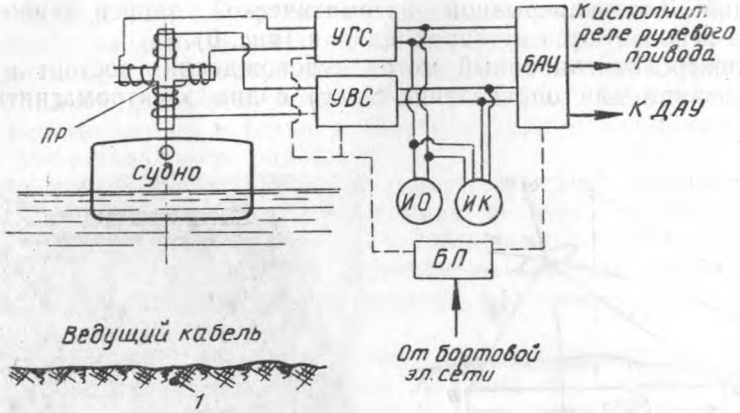


Рис. 7. Скелетная схема аппаратуры автоматического управления судном по системе ведущего кабеля

§ 8. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИБОРА «УКАЗАТЕЛЬ МАНЕВРОВ ПРИ ВЕТРЕ»

В связи с плохой защитой причалов водохранилищ и шлюзованных рек от ветра и очень слабым течением воды маневры судов с большой парусностью при швартовке и шлюзовании во время ветра значительно осложняются.

Для обеспечения безопасного и быстрого выполнения маневра судоводитель должен не только хорошо знать способы выполнения маневров, но и располагать информацией о ветре с точностью 10—20° по направлению и 1—2 *м/сек* по его скорости. Такая информация необходима для выбора оптимального способа маневра швартовки или шлюзования. Обусловленную выше точность, особенно в темное время суток, органы чувств человека обеспечить не в состоянии, поэтому ошибки в выборе способа маневра при ветре допускают даже опытные судоводители. Автором разработан прибор «Указатель маневров при ветре», или, сокращенно, УМО-1.

Начиная с навигации 1961 г. прибор УМО-1 получил применение на многих грузо-пассажирских судах типов «Родина» и «Ленин». Прибор УМО-1 служит для быстрого определения во

время ветра наиболее безопасного и экономичного способа маневра при швартовке и шлюзовании крупнотоннажных речных судов с большой парусностью. Кроме того, прибор позволяет в любой момент времени определить скорость и направление ветра по отношению к диаметральной плоскости судна, что способствует повышению качества любого маневрирования и облегчает управление судном при ветре (расхождения с судами, постановки на якорь, обороты и т. д.).

Прибор УМО-1 состоит из блока датчиков скорости и направления ветра (рис. 8) и приемной части.

Датчики ветра устанавливаются на крыше рулевой рубки, на высоте от нее не менее 2 *м*. Приемная часть устанавливается в рубке судна и представляет собой настенный прибор с панелью (рис. 9).

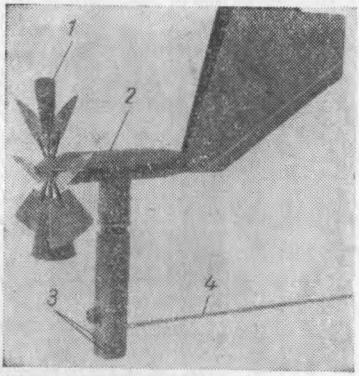


Рис. 8. Блок датчиков скорости и направления ветра прибора УМО-1:
1 — ориентир; *2* — крепежные болты; *3* — вертушка; *4* — корпус

Измерение скорости и направления ветра производится после поворота ручки включения датчиков на положение «Включено».

Во время хода судна истинная скорость ветра определяется следующим образом. Стрелку для определения истинной скорости ветра ставят против цифры 90 и затем, перемещая стрелку указателя маневров рукояткой, совмещают ее со стрелкой скорости ветра. После этого стрелку истинной скорости ветра перемещают до совмещения ее с той цифрой градусов (на шкале рукоятки *5*), которую показывает стрелка указателя направления ветра. При этом стрелка указателя маневров будет показывать величину скорости истинного ветра на шкале его скорости.

Способ отвала от причала во время ветра, дующего в направлении причала, выбирают следующим образом. Поставив стрелку указателя маневров в положение, соответствующее величине скорости истинного ветра, на шкале маневров против надписи «Отвал» находят ближайшую к стрелке цифру в градусах указателя маневров с правой стороны, которую показывает стрелка указателя направления ветра. Надпись против этой цифры указывает оптимальный способ отвала (с якорем, на заднем ходу и т. д.).

Выбор способа привала производится на шкале маневров против надписи «Привал». По стрелке направления ветра при подходе к причалу, когда курс судна приблизительно параллелен причальной линии, определяют направление ветра. По

155267

БИБЛИОТЕКА Новосибирского института

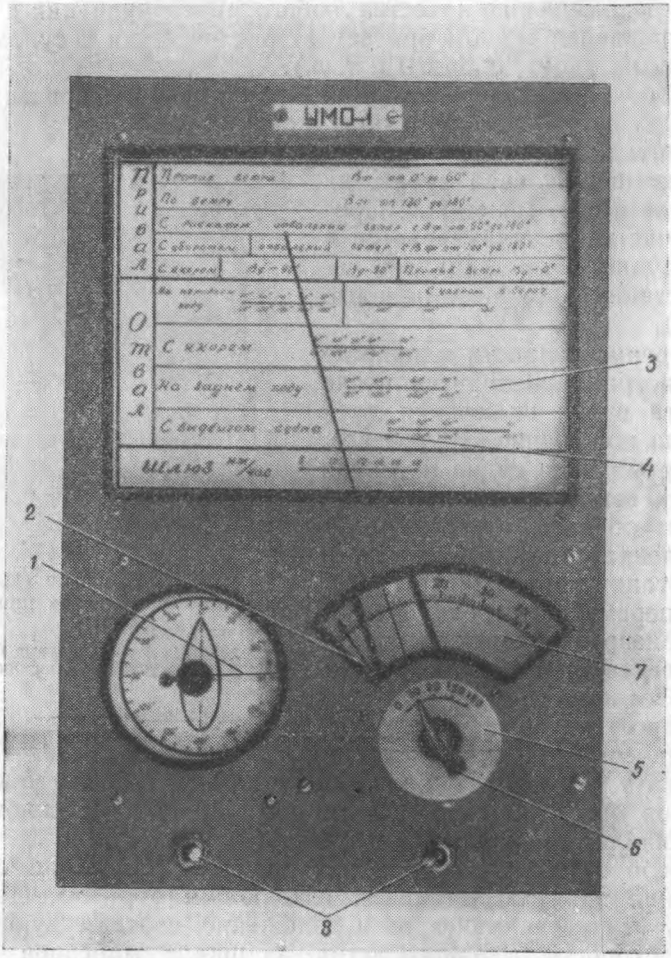


Рис. 9. Приемная часть прибора УМО-1:

1 — указатель направления ветра относительно диаметральной плоскости судна; *2* — указатель скорости кажущегося ветра; *3* — шкала маневров; *4* — стрелка указателя маневров и скорости истинного ветра; *5* — рукоятка стрелки указателя маневров; *6* — рукоятка для определения истинной скорости ветра; *7* — шкала скорости ветра; *8* — выключатели прибора

определенному направлению устанавливают способ привала. Если стрелка указателя направления ветра находится в диапазоне от 0 до 60° от диаметральной плоскости, по шкале маневров определяют способ привала «Против ветра», при попутно-навальном ветре, когда стрелка указателя направления будет показывать углы в пределах от 135 до 180°, — «По ветру», при отвальных ветрах — «С раскатом». При попутно-отвальном ветре, когда стрелка указателя направления находится в пределах от 100 до 180°, для определения оптимального способа по четвертой шкале сверху нужно воспользоваться стрелкой указателя маневров, поставив ее в положение, соответствующее величине скорости истинного ветра.

Если стрелка маневров на четвертой шкале находится на участке с надписью «С оборотом», как бы перечеркивает ее, то привал производится без оборота, т. е. «с раскатом», если стрелка указателя маневров находится правее надписи «С оборотом», то привал должен быть с оборотом, т. е. «против ветра».

Если при навальном ветре стрелка маневров, поставленная в положение, соответствующее величине истинного ветра, перечеркивает надпись пятой шкалы «С якорем», привал можно выполнять без якоря. Если стрелка маневров находится правее этой надписи, привал должен быть «с якорем». Цифры на участке этой шкалы (90, 30, 10°) показывают курсовые углы ветра, при которых судно можно удержать с помощью якоря.

Безопасная скорость захода судна в шлюз при бортовых ветрах определяется по стрелке указателя маневров, поставленной в положение, соответствующее скорости истинного ветра, и по шкале в графе «Шлюз» определяется скорость в *км/час* судна при заходе.

ГЛАВА II

МАНЕВРИРОВАНИЕ И МАНЕВРЕННЫЕ КАЧЕСТВА СУДНА

§ 1. КЛАССИФИКАЦИЯ МАНЕВРОВ

Маневром называют изменение направления или скорости движения судна под действием рулевых средств или движителей судна. Выполнение того или иного маневра называют маневрированием.

При плавании по внутренним водным путям, характеризующимся сложными условиями плавания, большую и сложную часть процесса судовождения составляет маневрирование, которое поэтому является основной частью науки «Судовождение на внутренних водных путях».

Маневры бывают простые и сложные.

Простой маневр — это изменение только направления или только скорости движения (маневр выхода на створы, маневр остановки судна и др.).

Сложный маневр включает одновременное изменение и направления и скорости движения, например, подход к причалу.

В зависимости от количества судов, одновременно участвующих в выполнении маневра, различают одиночные и групповые маневры. К групповому маневру относится расхождение судов.

В зависимости от места производства маневры подразделяются на рейдовые и путевые.

В практике судовождения некоторые виды маневров получили определенные названия:

оборот, означающий поворот судна на обратный курс;

привал, т. е. подход судна к причалу или другому судну;

отвал — отход судна от причала;

шлюзование — пропуск судов из одного бьефа в другой с помощью шлюза;

формирование состава — маневры, связанные с подводкой, расстановкой и учалкой несамоходных судов, предназначенных к буксировке или толканию.

§ 2. ПОНЯТИЕ О МАНЕВРЕННЫХ КАЧЕСТВАХ СУДНА

Чтобы правильно маневрировать, каждый судоводитель должен знать маневренные качества своего судна или состава, к которым относятся поворотливость, устойчивость на курсе, инерционные свойства и ходкость. Поворотливость и инерционные свойства имеют большое значение при выполнении любого маневра, поэтому они подробно изучаются в дисциплине «Судовождение на внутренних водных путях».

Способность судна изменять направление своего движения от действия руля называется поворотливостью. Способность судна сохранять заданное направление движения называется устойчивостью на курсе. Нарушение устойчивости на курсе вызывается воздействием волн, ветра, течений и сил сопротивления воды движению судна.

Так как все суда и составы в какой-то степени неустойчивы на курсе, то для поддержания заданного направления движения необходимо периодически прибегать к перекладке руля.

В практике судовождения есть понятие — эксплуатационная устойчивость на курсе. Судно называют устойчивым на прямом курсе, если в течение 1 *мин* требуется не более 4—6 кладок руля на 1—3°. В противном случае суда называют рыскливыми. Под рыскливостью понимают свойство судна самопроизвольно изменять направление своего движения. Рыскливость является отрицательным качеством судна и может быть причиной посадки на мель или столкновения, поэтому суда и составы с большой рыскливостью не должны допускаться к эксплуатации.

Рыскливость судна зависит от наличия крена и дифферента, скорости движения, глубин на судовом ходу, типа и количества движителей и др. Так, при наличии крена на правый борт судно «зарыскивает» влево. Дифферент на корму уменьшает рыскливость судна. При движении по мелководью судно «отрыскивает» от мели благодаря разности давлений воды на борта судна. Колесные суда имеют меньшую рыскливость по сравнению с винтовыми. Одновинтовое судно стремится уклониться в сторону вращения винта. Необходимо всегда помнить, что любое судно имеет свои особенности, поэтому каждый судоводитель должен в совершенстве изучить вверенное ему судно. Обычно поворотливость и устойчивость на курсе объединяют одним общим понятием — управляемость судна.

§ 3. КЛАССИФИКАЦИЯ СРЕДСТВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ УПРАВЛЯЕМОСТЬ

Управляемость судна обеспечивается рулевыми устройствами.

В настоящее время наиболее распространенными органами управления судном являются рули, поворотные насадки, движительно-рулевые устройства. В дополнение к основным устрой-

ствам устанавливаются подруливающие устройства, активные рули и рули заднего хода.

Рули. Современный судовой руль представляет собой крыло симметричного профиля. При отклонении руля от прямого положения на нем возникает сила, поворачивающая судно. Рули могут быть простые и балансирные. Как правило, они размещаются за винтами. Рулевое устройство подбирается по результатам теоретического расчета управляемости судна.

Поворотные насадки. Поворотная насадка представляет собой направляющую насадку гребного винта, укрепленную на вертикальном баллере, ось которого пересекается с осью гребного вала в плоскости диска винта (рис. 10). Насадка, отклоненная от среднего положения, работает как кольцевое крыло, на котором возникает поперечная боковая сила, вызывающая поворот судна.

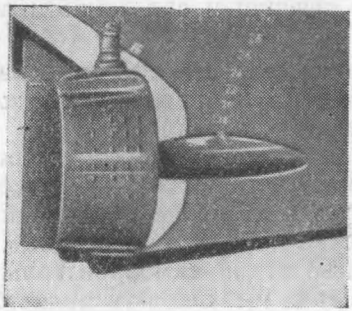


Рис. 10. Поворотная направляющая насадка (в неотклоненном положении)

Величина поперечной боковой силы, действующей на насадку, в основном зависит от режима работы движителя.

Для уменьшения рыскливости судна в кормовой части насадки устанавливают вертикальное крыло (стабилизатор поворотной насадки) с симметричным профилем. Высота крыла равна диаметру выходного сечения насадки. Стабилизатор, как правило, входит внутрь насадки на расстояние, равное $^1/_4$ части длины насадки.

Реверсивно-рулевые устройства водометных судов. На судах с водометными движителями применяются различные конструкции реверсивно-рулевых устройств.

Эффективным реверсивно-рулевым комплексом является устройство, показанное на рис. 11, состоящее из руля, расположенного в диаметральной плоскости, и двух створок заднего хода. При переднем ходе маневрирование производится с помощью балансирного руля. Некоторые реверсивно-рулевые устройства не имеют руля, и управление судном производится поворотом самих створок.

Движительно-рулевые устройства. К числу движительно-рулевых устройств относится крыльчатый движитель, выполняющий одновременно функции движителя и руля (рис. 12). Он представляет собой диск, установленный в плоской части днища судна и вращающийся вокруг вертикальной оси. На диске монтируется несколько поворотных крылообразных лопастей, расположенных равномерно по окружности диска. Лопасти могут поворачиваться вокруг своих продольных

осей при помощи специального механизма. Каждая лопасть при вращении перемещается так, что перпендикуляр к ней все время проходит через одну и ту же точку, называемую точкой

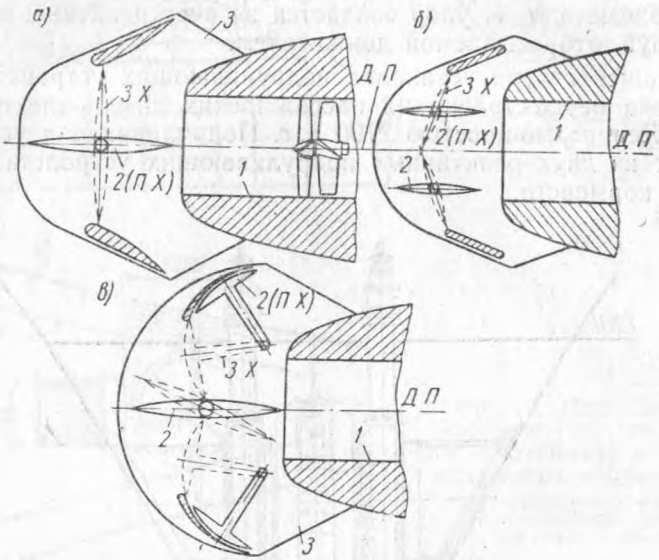


Рис. 11. Реверсивно-рулевые устройства водометных судов с полуподводным выбросом струи:
1 — водометная труба; *2* — рули; *3* — каналы заднего хода (*п. х.* — передний ход; *з. х.* — задний ход)

управления. Перемещением точки управления можно изменять направление упора, создаваемого лопастями, на 360° и изменять величину упора от максимального значения до нуля без реверса главных двигателей.

Суда с крыльчатыми движителями обладают высокими маневренными качествами.

Подруливающие устройства. В последнее время новые крупные суда речного и морского флота имеют подруливающие устройства, которые в зависимости от места установки на судне разделяются на носовые и кормовые. По принципу действия подруливающие устройства подразделяются на реактивные (водометные) и активные.

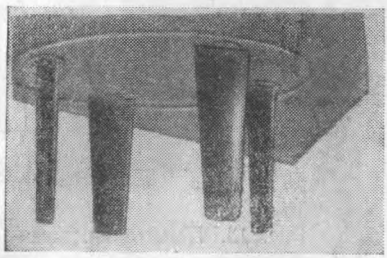


Рис. 12. Крыльчатый движитель (расположение на корпусе)

Первые получили большее распространение на самоходных отечественных и зарубежных судах, вторые — на толкаемых составах за рубежом.

Реактивные подруливающие устройства работают по принципу водомета, т. е. упор создается за счет реактивного действия струи, отбрасываемой движителем.

В нашей стране установка подруливающих устройств впервые была осуществлена на пассажирских дизель-электроходах типа «Ленин» мощностью 2700 *л. с.* Подруливающая установка состоит из двух реактивных подруливающих устройств — носового и кормового.

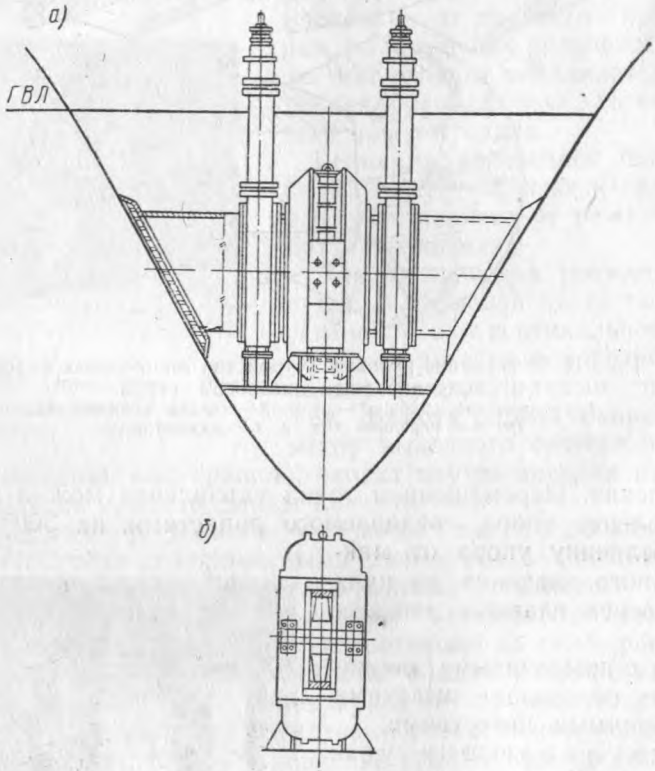


Рис. 13. Подруливающее устройство на теплоходах типа «Родина», построенных в ГДР:
а — поперечный разрез по шпангоуту; *б* — сечение по электромотору

На теплоходах типов «Родина» и «Октябрьская революция» имеется только носовое подруливающее устройство, установленное ниже грузовой ватерлинии (рис. 13 и 14). Управление подруливающим устройством производится из рубки.

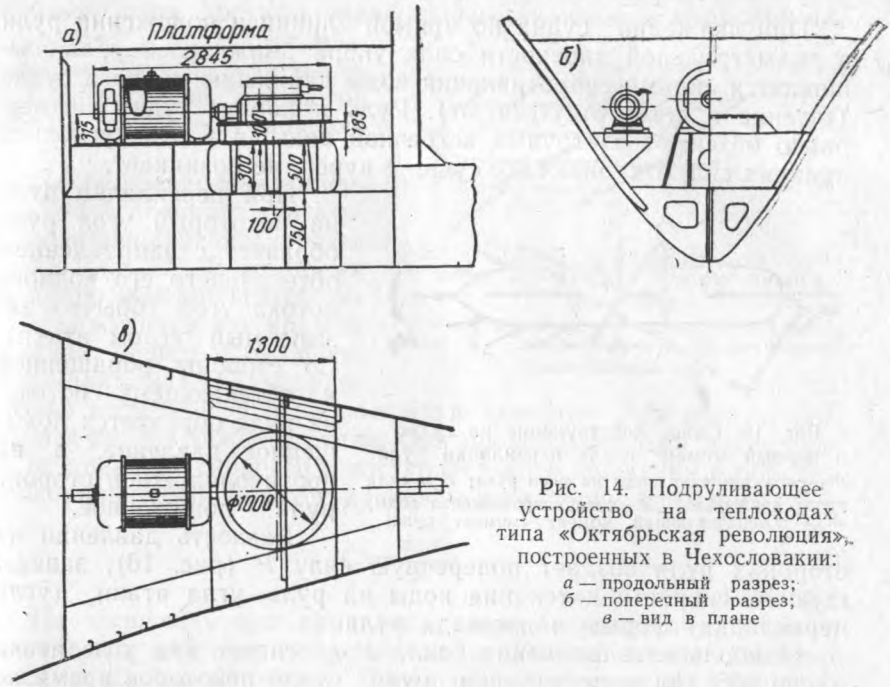


Рис. 14. Подруливающее устройство на теплоходах типа «Октябрьская революция», построенных в Чехословакии:
а — продольный разрез;
б — поперечный разрез;
в — вид в плане

Подруливающее устройство активного действия (рис. 15) представляет собой вертикальный вал, установленный в диаметральной плоскости носовой части баржи. На нижнем конце вертикального вала установлен горизонтальный вал с винтом. С помощью дополнительного устройства винт можно поворачивать на 360°, следовательно, изменять направление упора подруливающего устройства.

Активный руль. В отличие от обычных рулей на активном руле установлен вспомогательный винт.

Фланкирующие рули, или рули заднего хода. Впереди каждого винта на одинаковом расстоянии от вала устанавливается по два руля заднего хода в дополнение к одному основному рулю, расположенному позади винта. Эти рули получили широкое распространение на толкачах.

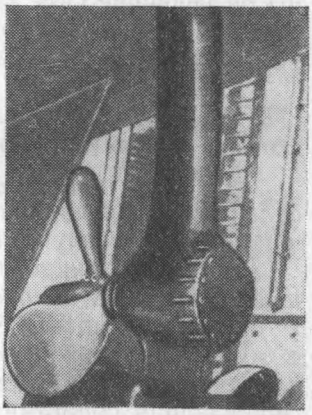


Рис. 15. Подруливающее устройство в носовой части баржи толкаемого состава

§ 4. СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА СУДНО ПРИ ПЕРЕКЛАДКЕ РУЛЯ

При движении судна по прямой линии и положении руля в диаметральной плоскости сила упора движителей уравновешивается силами сопротивления воды движению корпуса судна (течение и ветер отсутствуют). Руль и корпус судна симметрично обтекаются струями встречной воды, и в этих условиях никаких сил, отклоняющих судно с курса, не возникает.

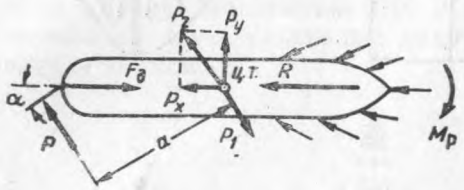


Рис. 16. Силы, действующие на судно в первый момент после перекладки руля: P — сила давления воды на перо руля; $F_д$ — сила упора движителей; R — сила сопротивления воды; $M_р$ — поворачивающий момент (момент руля)

При перекладке руля на некоторый угол руль образует с направлением обтекающего его водного потока угол (обычно называемый углом атаки). Со стороны, обращенной к обтекающему потоку, на руле образуется повышенное давление, а на противоположной стороне руля — пониженное.

Разность давлений на сторонах руля создает поперечную силу P (рис. 16), зависящую от скорости натекания воды на руль, угла атаки (угла перекладки) формы и площади руля.

Наибольшего значения сила P достигает при угле атаки около 35°. После перекладки руля судно некоторое время по инерции продолжает двигаться прямолинейно.

Рассмотрим этот момент на примере рис. 16.

Приложим в центре тяжести судна две равные и противоположно направленные силы P_1 и P_2, которые параллельны и равны по величине силе P.

Силы P и P_1 образуют пару сил. Поворачивающий момент этой пары сил, называемый моментом руля, — $M_р$

$$M_р = P a, \qquad (1.2)$$

где a — плечо пары сил P и P_1.

Разложим силу P_2 по правилу параллелограмма на две силы: P_y, перпендикулярную диаметральной плоскости судна и P_x, направленную по диаметральной плоскости.

Из рис. 16 видно, что при перекладке руля на судно начинают действовать поворачивающий момент $M_р$, направленный в сторону отклонения руля, сила P_y, смещающая судно в сторону, противоположную повороту, и сила P_x, направленная в сторону, противоположную направлению движения, увеличивающая сопротивление движению. Увеличение сопротивления судна при перекладках руля уменьшает скорость движения. Поэтому при движении прямолинейным курсом следует избегать частых перекладок руля.

Смещение или дрейф судна в сторону, противоположную повороту руля, достигает наибольшего значения в кормовой части судна. Это обстоятельство необходимо учитывать при выполнении поворотов вблизи причалов, судов или отмелей.

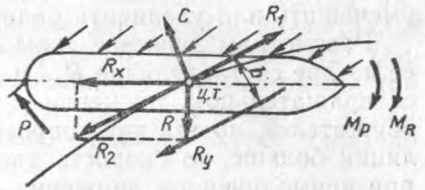


Рис. 17. Силы, действующие на судно после перекладки руля во время поворота:

C — центробежная; R — сила сопротивления воды; M_p — поворачивающий момент от силы сопротивления воды

После преодоления инерции судно начинает двигаться по криволинейной траектории (рис. 17). В это время на судно, как на всякое тело, движущееся по кривой, начинает действовать центробежная сила C, направленная в сторону, противоположную повороту. Эта сила приложена в центре тяжести судна. Она пропорциональна массе судна m, квадрату скорости v поступательного движения и обратно пропорциональна радиусу кривизны траектории движения r:

$$C = \frac{mv^2}{r}. \qquad (2.2)$$

На корпусе судна происходит перераспределение гидродинамических сил сопротивления воды. Увеличивается давление воды на наружный борт. Струи воды набегают на наружный борт под некоторым углом к диаметральной плоскости, поэтому равнодействующая сил сопротивления воды R будет направлена под углом к диаметральной плоскости судна. Точка приложения силы R смещается в сторону набегающего потока тем больше, чем больше скорость движения и угол натекания струй на корпус судна. Как показывают модельные испытания, она находится в носовой части судна на расстоянии около $^1/_4$ длины корпуса от форштевня.

Приложим в центре тяжести судна две противоположно направленные силы R_1 и R_2, равные и параллельные силе R (см. рис. 17). Силы R и R_1 образуют пару сил, поворачивающий момент которой M_R, называемый позиционным моментом, равен

$$M_R = R_в. \qquad (3.2)$$

Таким образом, после перекладки руля с появлением угловой скорости поворота на судно действуют уже два поворачивающих момента: момент руля и позиционный момент. Общий поворачивающий момент $M_{об}$ равен

$$M_{об} = M_р + M_R. \qquad (4.2)$$

Величина позиционного момента зависит от формы и габаритов корпуса судна, скорости движения судна и созданной рулем

угловой скорости поворота. Изменением скорости движения (изменением оборотов двигателя) после начала поворота можно изменить величину позиционного момента, следовательно, уменьшить или увеличить радиус поворота.

Рассмотрим действие силы R_2 на судно, для чего разложим ее на две составляющие R_x и R_y. Сила R_x при установившемся вращательном движении судна уравновешивается упором движителей, но так как сопротивление при движении по циркуляции больше, то скорость движения судна будет меньше, чем при прямолинейном движении. Сила R_y, приложенная в центре давления, образует с силой C_y пару сил. Момент этой пары сил называется кренящим, он создает крен судна в сторону, противоположную повороту. Чем больше скорость и меньше радиус поворота, тем больше крен. При загрузке судна тяжеловесными грузами на верхней палубе этот крен при крутых поворотах может вызвать опрокидывание судна. Вращательное движение судна вызывает появление момента сопротивления воды вращению, который носит название демпфирующего момента.

§ 5. ЦИРКУЛЯЦИЯ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МАНЕВРОВ

Кривая линия, которую описывает центр тяжести судна при перекладке руля, называется циркуляцией (рис. 18).

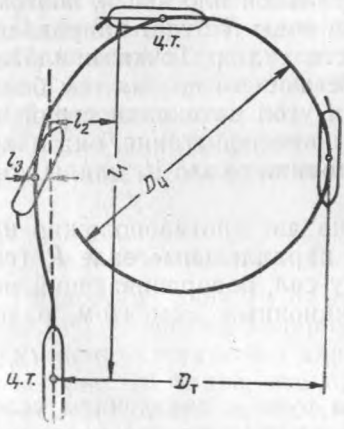


Рис. 18. Циркуляция судна

Следует различать три характерных периода циркуляции. Маневренный период определяется началом и концом перекладки руля и равен 3—10 *сек* для самоходных судов и 15—50 *сек* для толкаемых составов. Эволюционный период начинается с момента окончания перекладки руля и продолжается до момента начала установившегося вращательного движения. Период установившейся циркуляции характерен тем, что судно в это время движется с постоянной поступательной и угловой скоростью и описывает кривую, близкую к окружности.

Важнейшие характеристики циркуляции, по которым судоводитель определяет габариты акватории, необходимой для безопасного выполнения маневра поворота, следующие:

1) тактический диаметр циркуляции $D_т$ — расстояние между диаметральной плоскостью судна на прямом курсе и поло-

жением ее после поворота судна на 180°, обычно $D_т = (0{,}9 \div 1{,}2)\ D_ц$;

2) выдвиг l_1 — расстояние между положением центра тяжести судна в момент начала перекладки руля и диаметральной плоскостью судна при повороте на 90°; $l_1 = (0{,}6 \div 1{,}2)\ D_ц$;

3) прямое смещение l_2 — расстояние, на которое смещается в сторону циркуляции центр тяжести судна при повороте судна на 90° по отношению к направлению прямого курса; обычно $l_2 = (0{,}2 \div 0{,}5)\ D_ц$;

4) обратное смещение l_3 — наибольшее расстояние, на которое смещается центр тяжести судна при циркуляции в сторону, противоположную повороту. Обычно l_3 не превышает $0{,}1\ D_ц$;

Линия, которую описывает центр тяжести судна в период установившегося равномерного движения, называется диаметром установившейся циркуляции $D_ц$. Отношение этого диаметра к длине L судна принято называть мерой поворотливости.

В табл. 2 приведены значения меры поворотливости для различных типов судов и толкаемых составов на малом, среднем и полном ходу по результатам натурных испытаний.

Таблица 2

Тип судна	Мера поворотливости		
	Малый ход	Средний ход	Полный ход
Теплоход «Родина»	1,7	1,5	1,7
» «Дунай»	1,6	1,5	1,5
» «Большая Волга» . . .	2,5	2,5	2,4
» «Шестая пятилетка» . .	2	2	1,9
» «Донец»	3,1	3,0	3,0
Дизель-электроход «Россия» . .	1,6	1,6	1,5—2,0
Колесные пароходы	—	3÷5	3÷5
Толкаемые составы	—	—	3÷7

Диаметр циркуляции водоизмещающего судна незначительно изменяется в зависимости от скорости хода.

Судоводители должны знать характеристики циркуляции судна. Практическое применение их при маневрировании покажем на следующем примере.

Судоводителю теплохода нужно сделать оборот вправо. Главные размерения теплохода следующие:

длина $L = 62$ *м*, ширина $B = 15{,}2$ *м*.

Характеристики циркуляции известны судоводителю и равны: $D_т = 220$ *м*; $l_1 = 220$ *м*; $l_2 = 10$ *м*.

Для безопасного выполнения циркуляции перед началом маневра судоводитель должен убедиться в наличии свободной акватории длиной не менее 10 *м* со стороны левого борта, 220 *м* со

стороны правого борта и 220 *м* на линии курса. Только тогда можно быть уверенным в безопасности маневра. Знание характеристик циркуляции необходимо для безопасного плавания судов и составов.

Путем обработки результатов натурных измерений циркуляций речных судов получена приближенная формула для определения тактического диаметра циркуляции

$$D_т = \frac{L^2 T}{n S_р}, \qquad (5.2)$$

где L — длина судна в *м*;
T — осадка в *м*;
$S_р$ — площадь руля в $м^2$;
n — опытный коэффициент, равный 10.

Остальные характеристики циркуляции по известной величине $D_т$ можно определить по приведенным выше выражениям.

Одним из простых способов определения циркуляции является способ натурных измерений. Большое распространение при определении циркуляции получил способ подвижного базиса, сущность которого заключается в следующем.

В районе испытаний устанавливается буй. Судно описывает циркуляцию таким образом, чтобы буй находился приблизительно в центре.

Для производства необходимых наблюдений на носу и на корме судна измеряют теодолитами или секстанами углы между диаметральной плоскостью судна и направлением на буй. Расстояние между местами наблюдений на носу и корме судна должно быть точно известно.

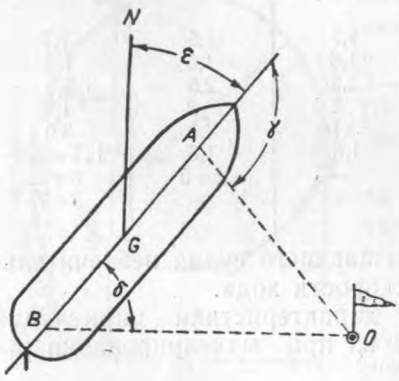


Рис. 19. Определение тактического диаметра циркуляции

По команде руководителя испытаний с момента перекладки руля (обычно через каждые 10—15 *сек*) одновременно измеряют из точек A и B курсовые углы γ и δ на буй и замечают курс ε по компасу (рис. 19). Затем строят графики изменения величин γ, ε и δ по времени для того, чтобы иметь возможность получить эти данные на любой момент для последующего вычерчивания циркуляции.

Покажем на примере, как при помощи простейшего графического построения определить относительное положение судна в любой момент наблюдений за его циркуляцией. Для этого примем на чертеже (рис. 20) произвольную точку O за положе-

ние буя, а линию ON — за меридиан. В соответствии с курсом ε на желаемый момент проведем линию I, параллельную диаметральной плоскости судна в тот же момент. На этой линии в точке O строим курсовые углы γ и δ, полученные из наблюдений, и откладываем отрезок OC, равный расстоянию между пунктами A и B на судне. Затем из точки C проводим линию CB, параллельную направлению III на буй. Из приведенного построения уже ясно, что если мы проведем из точки B линию, параллельную линии I, до пересечения с направлением III, то отрезок BA представит собой искомое действительное положение диаметральной плоскости судна на циркуляции в рассматриваемый момент времени.

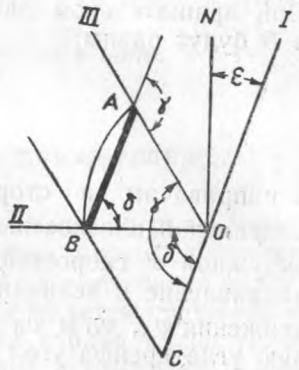


Рис. 20. Построение положения судна при циркуляции

§ 6. УГОЛ ДРЕЙФА И НАИВЫГОДНЕЙШИЙ УГОЛ ПЕРЕКЛАДКИ РУЛЯ

Углом дрейфа β называют угол, образующийся между касательной к траектории движения или направлением мгновенной скорости и диаметральной плоскостью судна (рис 21). Величина

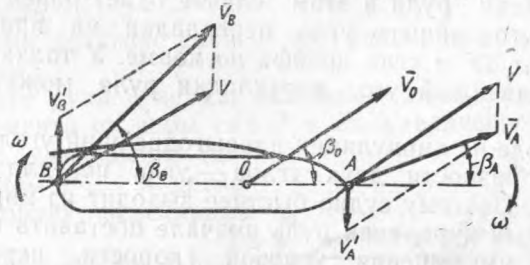


Рис. 21. Изменение угла дрейфа по длине судна: v — скорость точек A, O, B при поступательном движении; v_A v_B — скорости точек при вращательном движении; $\bar{v}_A$, $\bar{v}_O$, $\bar{v}_B$ — суммарные скорости точек A, O, B; β_A, β_O, β_B — углы дрейфа в точках A, O, B

угла дрейфа по длине судна неодинакова. Для выявления изменения величины угла дрейфа по длине судна разложим сложное циркуляционное движение на поступательное движение со скоростью v и вращательное движение с угловой скоростью ω. Примем условно, что вращение происходит вокруг оси, проходящей через точку O (от выбора точки, через которую проходит ось вращения, наше доказательство не изменится).

Скорости движения произвольно взятых точек A, O и B в поступательном движении равны v и параллельны (см. рис. 21). При вращательном движении окружные скорости точек A, O и B будут равны:

$$v'_A = \omega AO;$$
$$v'_O = \omega O = 0;$$
$$v'_B = \omega BO,$$

и направлены в сторону вращения перпендикулярно диаметральной плоскости. Складывая векторы поступательной $\overline{v}$ и окружной $\overline{v'}$ скоростей по правилу параллелограмма, получим направление и величину вектора скорости циркуляционного движения $\overline{v}_A$, $\overline{v}_O$ и $\overline{v}_B$ для точек A, O и B. Согласно определению угла дрейфа угол между векторами этих скоростей и диаметральной плоскостью будет углом дрейфа точек A, O и B, т. е. β_A, β_O и β_B.

Из рис. 21 видно, что $\beta_B > \beta_O > \beta_A$. Угол дрейфа имеет максимальное значение в корме судна и уменьшается по направлению к носу. Угол атаки руля при движении по циркуляции равен разности двух углов: угла перекладки руля и угла дрейфа в центре давления воды на руль. Угол дрейфа в кормовой части судна достигает 35° и более. С появлением угла дрейфа величина поперечной силы P уменьшается. Наивыгоднейший угол перекладки руля в этом случае будет равен сумме двух углов: наивыгоднейшего угла перекладки на прямолинейном курсе, равном 35° и угла дрейфа по корме. У толкаемых составов наивыгоднейший угол перекладки руля может достигать 70—80°.

При выходе из циркуляции наивыгоднейший угол атаки руля будет равен разности двух углов — угла перекладки руля и угла дрейфа. Поэтому судно быстрее выходит из циркуляции на прямолинейный курс, если руль вначале поставить прямо, а затем, после уменьшения угловой скорости, переложить на 35—40° в сторону, противоположную циркуляции.

Таковы наивыгоднейшие углы перекладки руля без учета струи, отбрасываемой винтом, т. е. приведенные выше доказательства будут характеризовать работу руля буксируемого судна. У винтовых судов угол атаки руля будет меньше, так как отклонение потока от винта, который омывает руль, будет всегда меньше величины угла дрейфа. Для практической оценки угла атаки руля, расположенного за винтом, принимают отклонение потока винта равным половине угла дрейфа. Тогда наивыгоднейший угол перекладки руля на циркуляции будет $\alpha_{макс} = 35° + \frac{\beta_B}{2} \approx 55°$ при выходе из циркуляции $\alpha_{макс} = 35° - \frac{\beta_B}{2} \approx 20°$.

Связь между углом дрейфа и радиусом циркуляции выражается приближенной формулой

$$\beta_0 = 45^\circ \frac{L}{D_ц}, \qquad (6.2)$$

где β_0 — угол дрейфа в центре тяжести судна в *град*;
$D_ц$ — диаметр циркуляции в *м*;
L — длина судна в *м*.

§ 7. ДЕЙСТВИЕ РУЛЯ ПРИ РАБОТЕ ДВИЖИТЕЛЕЙ НА ЗАДНИЙ ХОД

После остановки движителей давление воды на руль резко уменьшается. С уменьшением скорости судно плохо слушается руля и может потерять управляемость. При работе винта назад на стороне руля, обращенной к винту, создается пониженное давление, поэтому при руле переложенном вправо, судно уклоняется влево, и наоборот, т. е. корма судна отклоняется в сторону отклонения руля. Сила давления на руль в этом случае значительно меньше, чем при движении передним ходом, и определяется по формуле

$$P = \frac{41{,}3\, S_р\, v^2 \sin\alpha}{0{,}2+0{,}3\, \sin\alpha}, \qquad (7.2)$$

где $S_р$ — площадь рулей в $м^2$;
v — скорость судна в *м/сек*;
α — угол отклонения пера руля от диаметральной плоскости.

Рассмотрим действие силы P на судно при движении судна задним ходом.

Отклонение руля (рис. 22) вызывает появление поворачивающего момента от пары сил P и P_1, увеличение сопротивления корпуса, уменьшение скорости от силы P_x и дрейф судна в сторону перекладки руля.

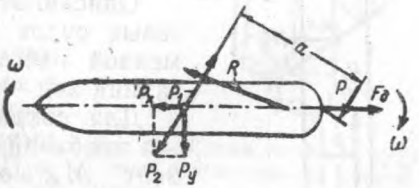


Рис. 22. Силы, действующие на судно в первый момент после перекладки руля при движении задним ходом

При циркуляции на заднем ходу под действием рулевой силы увеличивается давление воды на кормовую часть борта, в сторону которого переложен руль (сила R на рис. 22). Эта сила R создает поворачивающий момент, противоположный по направлению поворачивающему моменту руля. Общий поворачивающий момент от перекладки руля на заднем ходу в начальный момент циркуляции равен разности поворачивающих моментов руля и сопротивления воды корпусу судна. Поэтому даже при равном давлении на руль поворотливость на переднем ходу будет лучше, чем на заднем.

Через некоторое время после начала поворота угловая скорость начинает увеличиваться и наступает такой момент, когда гидродинамические силы со стороны наружного борта становятся больше гидродинамической силы R, вызванной перекладкой руля. В это время поворачивающий момент судна будет состоять из суммы двух моментов: момента руля и позиционного момента. При этом скорость поворота значительно возрастает. Как показывают натурные наблюдения, величина момента руля примерно равна величине позиционного момента. Поэтому, если в данный момент переложить руль в сторону, обратную повороту, то судно может не выйти из циркуляции. Учитывая это явление, при движении циркуляции на заднем ходу не следует допускать больших скоростей поворота и движения. Для вывода судна из циркуляции необходимо дать машинам ход вперед и затем работать рулем, как при движении передним ходом. На трехвинтовых судах наилучшая поворотливость на заднем ходу достигается при работе двух бортовых машин на малом заднем ходу и средней машины вперед малым ходом.

§ 8. МАНЕВРИРОВАНИЕ ПРИ ОДНОВРЕМЕННОЙ РАБОТЕ ДВИЖИТЕЛЕЙ НА ПЕРЕДНИЙ И ЗАДНИЙ ХОД

Как упоминалось в предыдущем параграфе, после остановки движителей судно, движущееся по инерции, практически перестает слушаться руля, т. е. теряет управляемость. При работе движителей на задний ход у судна, движущегося вперед по инерции, потеря управляемости наступает раньше при несколько большей скорости. Это свойство судна сильно осложняет выполнение маневров по остановке судна в определенном месте.

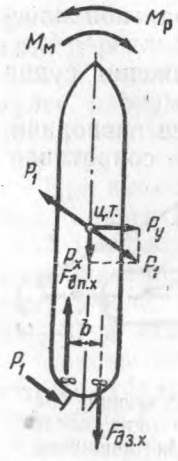


Рис. 23. Схема сил и моментов, действующих на судно при движении прямолинейным курсом и одновременной работе машин на передний и задний ход

Описанный недостаток у двух и более винтовых судов может быть устранен одновременной работой движителей на передний и задний ход (рис. 23).

Для сохранения прямолинейного движения необходимо, чтобы поворачивающий момент $M_м$, создаваемый упором движителей, был равен поворачивающему моменту руля $M_р$, направленному в противоположную сторону, т. е. $M_м = M_р$ или

$$F_{д(ср)} b_1 = P_1 \frac{L}{2} \sin \alpha, \qquad (8.2)$$

где $F_{д(ср)}$ — осредненный упор движителей, работающих одновременно, на передний и задний ход;

b_1 — расстояние между осями гребных валов.

У всех судов момент руля больше момента машин, т. е. имеет место неравенство $M_р > M_м$. Поэтому для достижения судном прямолинейного движения достаточна перекладка руля на 10—15°.

Составляющая силы давления воды на перо руля $P_у$ будет создавать незначительный дрейф.

Для того чтобы судно прекратило движение вперед, необходимо, чтобы (рис. 23)

$$F_{д_{п.х}} \leqslant F_{д_{з.х}} + P_x. \quad (9.2)$$

При одном и том же числе оборотов сила упора винта, работающего на задний ход, на 20—30% меньше силы упора винта, работающего на передний ход, следовательно, движитель, работающий на задний ход, должен развивать большее число оборотов. Например, если машине, работающей на передний ход, дают малый ход, то машине, работающей на задний ход, дают средний ход, т. е. на одну ступень выше.

Из рассмотрения схемы сил, возникающих при одновременной работе движителей на передний и задний ход следует, что действие руля обеспечивает заданное направление движения даже при отсутствии поступательной скорости, причем поворот в сторону того борта, движитель которого работает на задний ход, производится лучше, чем в противоположную сторону.

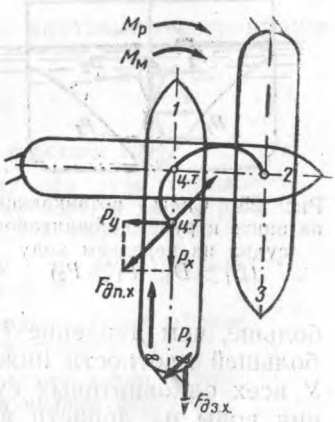


Рис. 24. Схема поворота судна при одновременной работе машин на передний и задний ход

Поэтому при маневрировании двухвинтовыми и более судами в узкостях это обстоятельство широко используется судоводителями для производства маневров. При этом, как показано на рис. 24, судно разворачивается под действием двух моментов $M_м$ и $M_р$. Сила $P_у$ за время поворота создает смещение центра тяжести относительно центра поворота судна.

Диаметр циркуляции, описываемый центром тяжести судна, примерно равен ширине корпуса судна. Ширина акватории, необходимая для производства маневра, в данном случае незначительно превышает длину корпуса судна. Время выполнения оборота в этом случае больше в 1,5—2 раза по сравнению с временем оборота при работе движителей на передний ход.

§ 9. ВЛИЯНИЕ ДВИЖИТЕЛЕЙ НА УПРАВЛЯЕМОСТЬ СУДНА

По типу движителей суда разделяются на колесные и винтовые.

Колесные суда на переднем ходу, как правило, имеют худшую управляемость по сравнению с винтовыми судами из-за меньшего давления воды на перо руля, а на заднем ходу управляемость колесных судов обычно лучше, чем у винтовых, вследствие больших размеров руля и отсутствия отрицательных поворачивающих моментов, наблюдающихся у винтовых судов.

Рассмотрим влияние работы винтов на управляемость судна, имеющего один, два и три винта.

Одновинтовые суда. У судов с правым вращением винта с момента пуска двигателя на передний ход или начала вращения винта и до момента установления постоянного числа оборотов гидростатическое давление воды на лопасть винта D_1 будет больше в момент прохождения лопастью нижней точки по сравнению с гидростатическим давлением воды D_2 при прохождении лопастью верхней точки вследствие разницы в плотности воды по глубине (рис. 25). В результате этого корма судна начнет смещаться вправо, а нос влево, но этот процесс занимает очень малое время. С момента установившегося числа оборотов винта поперечная тангенциальная составляющая P_1 гидродинамического давления струи воды от действия винта на перо руля с правой нижней стороны будет больше, чем давление P_2 с левой верхней стороны, вследствие большей плотности нижних струй воды и большего ускорения. У всех одновинтовых судов разность гидростатического давления воды на лопасти винта меньше разности тангенциальных составляющих гидродинамического давления воды на перо руля:



Рис. 25. Силы, возникающие на винте и руле одновинтового судна на переднем ходу ($D_1 > D_2$; $P_1 > P_2$)

$$P_1 - P_2 > D_1 - D_2.$$

Поэтому поворачивающий момент от равнодействующей этих сил Q всегда направлен в сторону вращения винта, т. е. при винте правого вращения — вправо, и наоборот. В результате диаметр циркуляции судна с винтом правого вращения на 10—15% меньше при повороте вправо, чем влево.

Для удержания одновинтового судна на прямом курсе обычно требуется держать руль отклоненным от диаметральной плоскости на 2—4° в сторону, противоположную направлению вращения винта.

При работе винта правого вращения на задний ход разность гидростатических давлений воды на лопасти винта D_1

и D_2 (рис. 26) будет направлена в сторону силы D_1. Разность тангенциальных составляющих гидродинамического давления на корпус судна от работы винта (силы P_2 и P_1) направлена в ту же сторону, т. е. в сторону силы D_1. Следует отметить, что сила P_2 значительно превосходит силу P_1, так как струя воды от работы винта на правой верхней стороне ударяет в кормовой подзор, а на левой нижней стороне плавно обтекает корпус судна и уходит под днище. Поэтому поворачивающий момент от результирующей силы Q направлен в ту же сторону, что и на переднем ходу, т. е. у винта правого вращения — вправо, левого вращения — влево.



Рис. 26. Силы, возникающие на винте и корпусе одновинтового судна ($D_1 > D_2$; $P_2 > P_1$)

Необходимо учитывать, что величина поворачивающего момента результирующей силы Q при вращении винта на задний ход в это время больше поворачивающего момента руля. На рис. 27 показаны следующие возможные циркуляции одновинтового судна с винтом правого вращения:

Циркуляция 0—1 . . . . оборот вправо
» **0—2** . . . . **оборот влево на переднем ходу**
» 0—3 . . . . на переднем ходу при руле, переложенном вправо на борт, и винте, работающем на задний ход
» **0—4** . . . . на заднем ходу при руле, переложенном влево на борт
» 0—5 . . . . при движении задним ходом и руле, переложенном на левый борт
» 0—6 . . . . при движении задним ходом и руле, переложенном на правый борт

У судна с винтом левого вращения влияние винта аналогично, но в противоположном направлении.

Двухвинтовые суда. У двухвинтового судна отрицательное влияние на управляемость тангенциальных составляющих гидродинамического давления струи воды от работы винта и гидростатических давлений воды на лопасти винта устраняется путем установки винтов различного вращения. При этом возможны два варианта вращения винтов: наружное, когда левый винт — левого вращения, а правый — правого, и внутреннее вращение, когда левый винт — правого вращения, а правый — левого. Оба варианта с точки зрения маневрирования при одновременной работе винтов на передний или задний ход

равноценны. Циркуляция при поворотах влево и вправо при всех прочих равных условиях одинакова.

Однако при одновременной работе винтов на передний и задний ход эти варианты имеют существенное различие.

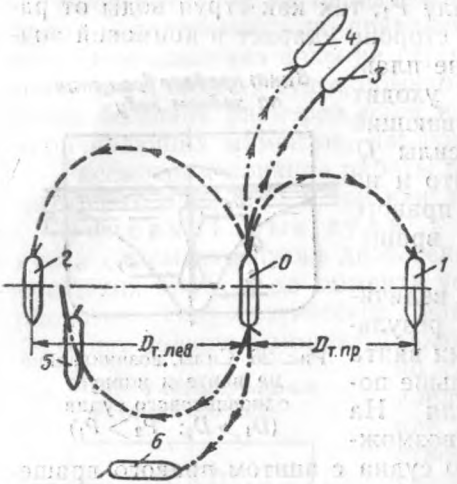


Рис. 27. Циркуляция одновинтового судна с правым вращением винта на переднем и заднем ходу

На рис. 23 показано, что при повороте судна вправо правой машине дается задний ход, а левой передний и рули перекладываются вправо. При винтах с наружным вращением винт левого вращения будет работать вперед, а правого вращения назад.

Струи от правого винта, работающего на задний ход, вызывают на корпусе судна гидродинамическое давление, тангенциальная составляющая которого направлена влево, как показано на рис. 28 и поэтому она способствует повороту носа судна вправо. Общий поворачивающий момент вправо будет равен сумме пяти моментов: руля за левым винтом, сил упора машин, работающих на передний и задний ход, тангенциальной составляющей гидродинамического давления струи на корпус судна от правого винта, моментов от гидростатического давления воды на лопасти двух винтов.



Рис. 28. Силы, возникающие на винтах, руле и корпусе при одновременной работе машин на передний и задний ход у двухвинтового судна с наружным вращением винтов



Рис. 29. Силы, возникающие на винтах, руле и корпусе при одновременной работе машин на передний и задний ход у двухвинтового судна с внутренним вращением винтов

При винтах с внутренним вращением, как показано на рис 29, при выполнении этого маневра благоприятное действие

гидродинамического давления тангенциальной составляющей струи на корпус судна от винта, работающего на задний ход, значительно ухудшится. Гидростатическое давление воды на лопасти обоих винтов будет препятствовать повороту, следовательно, и общий поворачивающий момент при прочих равных условиях будет меньше. Поэтому судно с наружным вращением винтов в случае работы машин на передний и задний ход будет иметь лучшую поворотливость, чем судно с винтами внутреннего вращения. Преимущество же судов с внутренним вращением состоит в том, что незначительно увеличивается сила упора винтов, а главное, уменьшается скорость кильватерной струи, отбрасываемой винтами, что уменьшает сопротивление буксируемого состава. Внутреннее вращение винтов применяется на буксирных судах.

Трехвинтовые суда. При наружном вращении бортовых винтов средний винт может быть как левого, так и правого вращения. На многих отечественных судах принят первый вариант, поэтому остановимся на его рассмотрении.

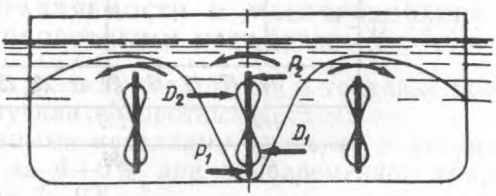


Рис. 30. Силы, возникающие на среднем винте и руле трехвинтового судна на переднем ходу ($D_1 > D_2$; $P_1 = P_2$)

На рис. 30 показано направление вращения винтов на переднем ходу. Как уже отмечалось, поворачивающие моменты бортовых винтов, вращающихся в противоположные стороны, взаимно уравновешиваются. Рассмотрим силы, возникающие от вращения среднего винта, расположенного позади бортовых винтов. Со стороны правого борта лопасти среднего винта при прохождении нижней точки встречают струю от работы правого винта (правого вращения), со стороны левого борта — от левого винта (левого вращения). Поэтому гидродинамическое давление воды на лопасти винта, как показано на рис. 30, со стороны правого борта будет больше, чем со стороны левого.

Тангенциальные составляющие гидродинамического давления струи на перо руля от воздействия струй бортовых винтов выравниваются, т. е. с левой и правой сторон будут приблизительно одинаковые. Поэтому при одновременной работе трех винтов на передний ход возникает поворачивающий момент, направленный вправо. Диаметр циркуляции трехвинтового судна с наружным вращением бортовых винтов меньше в сторону противоположную направлению вращения среднего винта (в рассматриваемом примере — вправо).

При остановленных бортовых винтах диаметр циркуляции будет меньшим в сторону, совпадающую с направлением вращения среднего винта. При остановленном среднем винте диаметр циркуляции, совершаемой в обе стороны, будет равным.

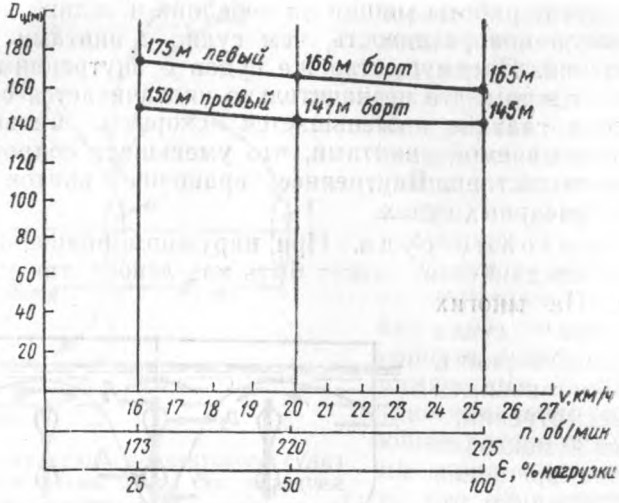


Рис. 31. График зависимости диаметра установившейся циркуляции теплоходов типа «Родина» от изменения скорости хода и направления поворота

На рис. 31 приведены значения диаметра циркуляции судна типа «Родина» в зависимости от скорости хода и направления поворота.

При одновременной работе движителей на задний ход поворачивающие моменты от бортовых винтов будут равны и направлены в противоположные стороны. Отбрасываемые бортовыми винтами струи не оказывают влияния на средний винт, так как он расположен сзади бортовых винтов.

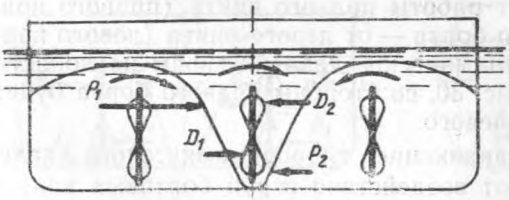


Рис. 32. Силы, возникающие на среднем винте и корпусе трехвинтового судна на заднем ходу ($D_1 > D_2$; $P_1 > P_2$)

Действие бортовых винтов на корпус судна показано на рис. 32. Разность гидростатических давлений воды на лопасти винта D_1—D_2 направлена вправо, разность тангенциальных составляющих гидродинамического давления на корпусе судна P_1—P_2 направлена также вправо.

Поэтому в рассматриваемом примере при одновременной работе трех винтов на задний ход (или одного среднего винта) нос судна будет уклоняться влево, а корма вправо. Как показывают натурные испытания, величина уклонения от первоначального курса за время гашения инерции полного хода вперед работой движителей на задний ход у судов «Родина» равна 25—30 *м*.

При среднем винте правого вращения при работе движителей на задний ход нос судна уклоняется вправо, а корма влево.

Винты регулируемого шага (ВРШ) могут сообщать судну передний или задний ход без реверсирования главного двигателя. ВРШ могут менять свой шаг с правого на левый и наоборот разворотом лопастей винта. Схема сил, возникающих от работы ВРШ правого вращения на переднем ходу аналогична приведенной на рис. 25, а на заднем на рис. 32.

Ввиду сложности конструкции ВРШ в настоящее время на речном флоте широкого распространения не получили.

§ 10. ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЯЕМОСТИ И МАНЕВРИРОВАНИЯ СУДАМИ С ПОВОРОТНЫМИ НАСАДКАМИ

За последние годы на грузовых теплоходах и толкачах большое распространение получили поворотные насадки.

Замена рулей поворотными насадками приводит к увеличению скорости движения на 4—6% при одновременном сокращении расхода топлива на 7—9%.

Суда, оборудованные поворотными насадками, имеют лучшую поворотливость при одновременной работе винтов на передний и особенно на задний ход. Диаметр циркуляции уменьшается на 40% и более по сравнению с однотипными судами, оборудованными рулями.

Уменьшение диаметра циркуляции происходит за счет увеличения рулевой силы и за счет слабого влияния угла дрейфа на рулевую силу насадки.

Перекладка поворотной насадки приводит к отклонению струи воды от диаметральной плоскости судна. Угол отклонения струи приблизительно равен углу отклонения насадки α.

Рассмотрим действие поворотной насадки во время циркуляции, когда судно движется с углом дрейфа $\beta_к$. Скорость подтекания воды к насадке обозначим $v_н$, скорость струи, выходящей из насадки, — w и угол перекладки насадки — α (рис. 33).

Геометрическая разность Δv скоростей подтекания и скорости выходящей струи будет определять силу упора насадки P, направленную противоположно скорости Δv. Разложив силу упора на составляющие по направлению ДП судна и перпендикулярно ей, получим движущую силу насадки P_x и рулевую силу P_y. Из рис. 33 видно, что при угле дрейфа $\beta_к$, равном углу перекладки насадки α, рулевая сила P_y' незначительно

отличается от P_y, тогда как у судна, оборудованного рулем, она будет близка к нулю. Рулевая сила насадки увеличивается при увеличении угла перекладки.

Рассмотренный принцип работы поворотной насадки позволяет установить значительный недостаток этих насадок.

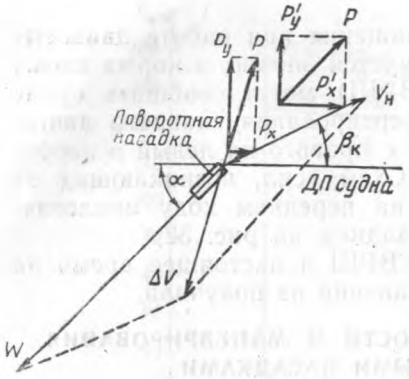


Рис. 33. Схема действия комплекса винт — поворотная насадка при наличии угла дрейфа

Если на движущемся судне будет остановлен винт, то скорость подтекания воды к насадке воды будет приблизительно равна скорости вытекания, следовательно, геометрическая разность скоростей будет равна нулю. В результате будет равен нулю упор и рулевая сила насадки, поэтому управляемость судна резко ухудшится, так как при отклонении насадки от ДП рулевая сила насадки как руля из-за малых ее габаритов невелика.

Теоретически возможен случай, когда рулевая сила насадки и при работающем винте может быть равна нулю. Если скорость подтекания воды к насадке будет равна скорости, которую винт сообщает выходящей из насадки струе воды, то упор насадки и рулевая сила будут равны нулю.

При движении по мелководным участкам скорости обтекания кормовой части корпуса судна значительно увеличиваются.

У судна, оборудованного рулями, рулевая сила в данном случае увеличивается, а у судна, оборудованного насадками, уменьшается, в результате появляется рыскливость, а при больших скоростях движения наступает потеря управляемости (описанный недостаток поворотных насадок может быть устранен установкой на судне среднего руля). Поэтому мелководные участки следует проходить на пониженных скоростях. При движении вдоль бровок каналов и причальных стенок шлюзов лучше работает насадка борта, противоположного бровке или причальной стенке, так как скорости обтекания здесь меньше. Управляемость судна будет лучше и в том случае, если идти на одной бортовой машине, противоположной бровке канала.

Поворотные насадки обеспечивают хорошую управляемость судна при движении задним ходом.

Если на двухвинтовом судне дать винтам задний ход и насадки переложить на правый борт, то на судно будут действовать силы P, показанные на рис. 34.

Рулевые силы насадок P_y смещают корму судна вправо. Струя воды, выходящая из правой насадки, будет создавать

гидродинамическое давление воды на кормовую часть корпуса F (струя воды, выходящая из левой насадки, проходит мимо корпуса). Разложив силу F на составляющие F_y и F_x, получим, что сила F_y препятствует смещению кормы вправо. Таким образом, общий поворачивающий момент от сил P_y и F_y будет равен

$$M_{об} = 2M_{P_y} - M_{F_y}, \qquad (10.2)$$

где M_{P_y} — поворачивающий момент силы P_y;

M_{F_y} — поворачивающий момент силы F_y.

Так как $2M_{P_y} > M_{F_y}$, то нос судна будет уклоняться в сторону, противоположную перекладке насадок (в данном случае влево), а корма судна будет уклоняться вправо, т. е. в сторону перекладки насадок. При перекладке насадок влево — наоборот. Следует иметь в виду, что при работе винтов на задний ход эффективность поворотной насадки со стороны борта, противоположного их перекладке, возрастает.

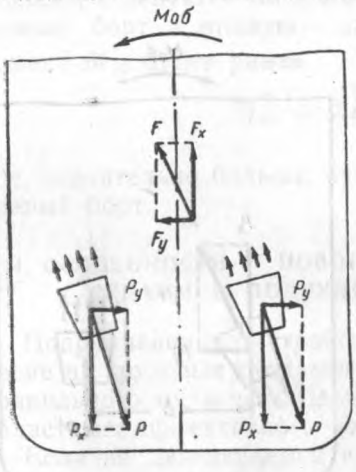


Рис. 34. Силы, возникающие при работе винтов на задний ход и насадках, переложенных вправо

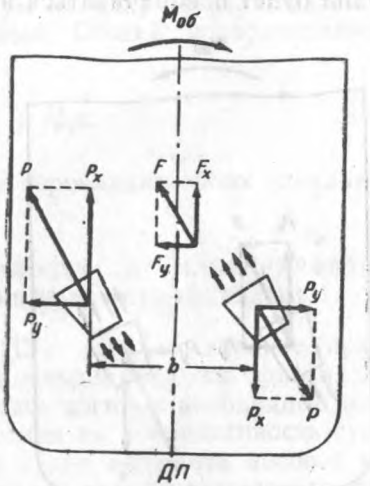


Рис. 35. Силы, возникающие при одновременной работе винтов на передний и задний ход и насадках, переложенных вправо

При выполнении поворотов на заднем ходу с появлением угла дрейфа на судно действует позиционный момент от сопротивления корпуса. Позиционный момент грузовых теплоходов, оборудованных поворотными насадками, меньше величины общего поворачивающего момента $M_{об}$, поэтому суда успешно выполняют циркуляцию при движении задним ходом. Толкачи с составами вследствие большой величины позиционного момента из циркуляции на задрем ходу не выходят.

Рассмотрим действие поворотных насадок при работе винтов одновременно на передний и задний ход. Если левый винт работает «вперед», а правый «назад» и насадки переложены на правый борт, то, как видно из рис. 35, силы P_y будут уравновешиваться и общий поворачивающий момент $M_{об}$ будет равен

$$M'_{об} = P_x в + F_y \frac{L}{2}. \qquad (11.2)$$

Величина момента $M'_{об}$ по сравнению с общим поворачивающим моментом однотипного судна с рулями при тех же условиях будет больше, поэтому поворотливость судов с насадками в сторону машины, работающей на задний ход, будет лучше, чем у судов, оборудованных рулями.

При перекладке насадок на левый борт (рис. 36), при том же режиме работы машин, на судно будет действовать поворачивающий момент от пары сил P_x, направленный вправо. Нос судна будет поворачиваться в правую сторону, но очень медлен-

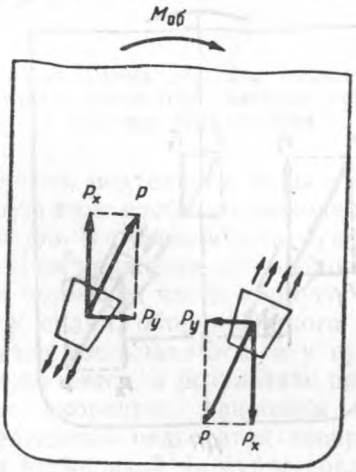


Рис. 36. Силы, возникающие при одновременной работе винтов на передний и задний ход вправо и насадках, переложенных влево

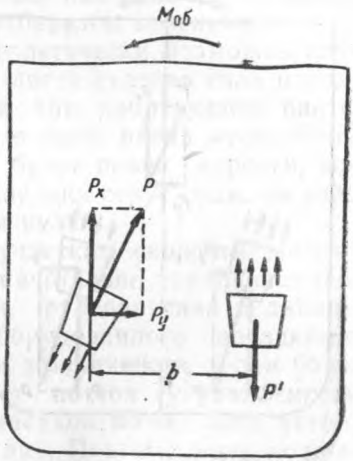


Рис. 37. Силы, возникающие при одновременной работе винтов на передний и задний ход вправо и раздельном управлении насадками при повороте судна влево

но, так как этот момент невелик. Для того чтобы судно поворачивало влево, необходимо, чтобы упор винта, работающего на передний ход, был значительно больше упора винта, работающего на задний ход.

Из изложенного выше следует, что работу машин на передний и задний ход следует применять лишь при производстве

оборотов в узких местах. В случаях подхода к причалу, входа в шлюз и т. д. следует работать на задний ход одной или двумя машинами, не прибегая к работе винтов на передний и задний ход, как это рекомендовалось для судов с рулями.

Раздельное управление насадками позволяет применять работу винтов на передний и задний ход при маневрировании. Для поворота судна влево (рис. 37) левую машину пускают «вперед», а правую «назад», левую насадку перекладывают на левый борт, а правую несколько перекладывают на правый борт или ставят в положение «прямо». Общий поворачивающий момент $M''_{об}$ будет равен

$$M''_{об} = P_у \frac{L}{2} - P_x в, \qquad (12.2)$$

но $P_у \frac{L}{2} > P_x в$, поэтому судно будет поворачивать влево.

Если нужно повернуть вправо, то правую машину пускают «назад», а левую — «вперед», левую насадку перекладывают на правый борт, а правую — на левый. Общий поворачивающий момент $M'''_{об}$ будет равен

$$M'''_{об} = 2P_у \frac{L}{2} + P_x в, \qquad (13.2)$$

т. е. значительно больше, чем при перекладке обоих насадок на правый борт.

§ 11. ОСОБЕННОСТИ ПОВОРОТЛИВОСТИ И МАНЕВРИРОВАНИЯ СУДАМИ С ПОДРУЛИВАЮЩИМИ УСТРОЙСТВАМИ

Подруливающие устройства (ПУ) находят широкое применение на грузовых и пассажирских судах речного флота. Для правильного их использования судоводителю необходимо знать область их эффективного воздействия на поворотливость судна.

Если на двигающемся вперед судне включить носовое подруливающее устройство, то возникает гидродинамическая сила, направленная перпендикулярно диаметральной плоскости судна (сила упора подруливающего устройства). Под действием этой силы возникает дрейф носа судна в сторону поворота судна. Наличие дрейфа приводит к появлению угла дрейфа, и поток воды, первоначально набегавший параллельно диаметральной плоскости, начинает набегать на внутренний, по отношению к направлению поворота, борт (рис. 38). Это обусловливает возникновение силы бокового сопротивления $R_у$, приложенной, как правило, ближе к носу от центра тяжести судна и направленной противоположно дрейфу. Общий поворачивающий момент будет состоять из трех моментов:

$$M_{об} = M_{P_п} + M_{R_у} + M_д. \qquad (14.2)$$

где $M_{P_п}$ — момент упора подруливающего устройства;
M_{R_y} — позиционный момент сопротивления движению;
$M_д$ — демпфирующий момент сопротивления вращению.

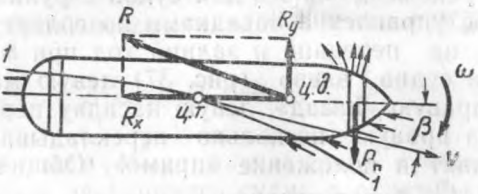


Рис. 38. Схема сил, действующих на судно при повороте с помощью носового подруливающего устройства:
$P_п$ — упор подруливающего устройства; R — сила сопротивления воды; R_x, R_y — составляющие силы R; β — угол дрейфа; v — скорость движения судна; ω — угловая скорость поворота; I — циркуляция

Если на том же судне имеется кормовое подруливающее устройство (рис. 39), то при его включении возникает дрейф кормы судна в сторону, противоположную повороту судна, и поток воды начнет набегать на борт, внешний по отношению

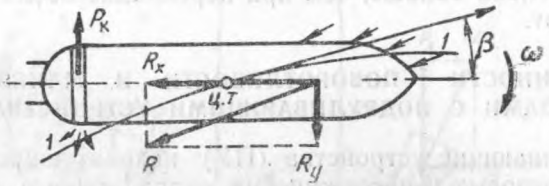


Рис. 39. Схема сил, действующих на судно при повороте с помощью кормового подруливающего устройства:
$P_к$ — сила упора подруливающего устройства

к направлению поворота, т. е. схема сил и моментов будет аналогична возникающей при перекладке руля. Общий поворачивающий момент будет равен

$$M'_{об} = M_{P_к} + M_{R_y} - M_д, \qquad (15.2)$$

где $M_{P_к}$ — момент силы упора кормового подруливающего устройства.

Сравнивая уравнения (14.2) и (15.2), видим, что при условии равенства поворачивающих моментов носового и кормового подруливающих устройств общий поворачивающий момент $M'_{об} > M_{об}$, так как позиционный момент при работе кормо-

вого подруливающего устройства способствует повороту, а при работе носового — препятствует ему. Поэтому целесообразнее при движении передним ходом применять при маневрировании кормовое, а при движении на заднем ходу носовое подруливающее устройство.

С увеличением скорости движения подруливающие устройства становятся малоэффективными, поэтому их следует применять при маневрах, производящихся на малых скоростях, например, привалы и отвалы, обороты «на месте», в узкостях и др.

Если на судне имеются носовое и кормовое подруливающие устройства, то для осуществления движения лагом достаточно включить оба подруливающих устройства на один борт, а для оборота «на месте» — на разные борта.

Движение судна лагом и оборот «на месте» можно производить и с одним носовым подруливающим устройством, используя его совместно с работой движителей и руля.

Например, для сообщения судну движения лагом вправо нужно включить носовое подруливающее устройство на правый борт, левой машине дать задний, а правой передний ход и переложить руль влево на 10—15°. Схема сил, действующих на судно в этом случае, показана на рис. 40. Если сумма моментов относительно центра тяжести судна от движителей $M_{P_д}$ и руля $M_{P_у}$, создающая поворот влево, будет равна моменту от подруливающего устройства $M_{P_н}$, создающего поворот вправо,

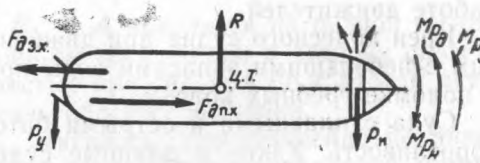


Рис. 40. Схема сил, действующих на судно при движении лагом с помощью носового подруливающего устройства:
R — сила сопротивления воды корпусу судна

$$M_{P_д} + M_{P_у} = M_{P_н}, \qquad (16.2)$$

то судно разворачиваться не будет и за счет сил $P_у$ и $P_н$ будет двигаться лагом.

Для разворота «на месте» носовое подруливающее устройство нужно включить в сторону поворота. Например, для поворота влево «на месте» схема сил будет аналогична изображенной на рис. 35, за исключением того, что сила $P_н$ (рис. 40) будет направлена в противоположную сторону. Тогда общий поворачивающий момент $M''_{об}$ будет равен

$$M''_{об} = M_{F_д} + M_{P_у} + M_{P_н}. \qquad (17.2)$$

§ 12. ВЛИЯНИЕ КРЕНА, ДИФФЕРЕНТА И ОБВОДОВ КОРПУСА НА УПРАВЛЯЕМОСТЬ СУДОВ

Из теории управляемости известно, что чем больше момент инерции массы судна относительно вертикальной оси, проходящей через центр тяжести судна, тем судно более устойчиво на курсе и хуже его поворотливость. При дифференте на корму центр тяжести смещается к корме, плечо поворачивающего момента руля уменьшается, следовательно, поворотливость ухудшается; при дифференте на нос, наоборот, поворотливость улучшается, но устойчивость на курсе становится значительно хуже.

Крен, образовавшийся в результате неправильной загрузки, увеличивает сопротивление воды движению судна, а точка приложения равнодействующей сил сопротивления воды смещается от диаметральной плоскости в сторону крена. В результате равнодействующая сил сопротивления воды и упор движителей образуют пару сил, момент которых направлен в сторону крена. Следовательно, судно, имеющее крен, стремится уклониться в сторону крена. Кроме того, крен приводит к ненормальной работе движителей.

Крен колесного судна при движении по мелководным участкам с небольшими запасами воды под днищем может привести к поломке гребных колес.

Суда с плавными и острыми батоксами имеют лучшую поворотливость. Узкие и длинные суда имеют худшую поворотливость, но лучшую устойчивость на курсе по сравнению с короткими и широкими судами, имеющими лучшую поворотливость и худшую устойчивость на курсе, т. е. чем меньше отношение длины судна к ширине, тем лучше поворотливость судна и тем хуже устойчивость на курсе.

§ 13. ВЛИЯНИЕ ВЕТРА НА УПРАВЛЯЕМОСТЬ И МАНЕВРИРОВАНИЕ СУДАМИ

Рассмотрим систему сил и моментов, действующих на судно, движущееся прямолинейным курсом при бортовом ветре (рис. 41).

На судно будет действовать аэродинамическая сила давления ветра A, создающая смещение судна — ветровой дрейф по направлению действия ветра со скоростью v_y. Скорость движения судна v будет слагаться из скорости движения v_x, создаваемой упором движителей $F_д$, и скорости ветрового дрейфа v_y. Угол $\beta_в$ между вектором скорости v и диаметральной плоскости судна будет называться ветровым углом дрейфа.

При равномерном движении с углом дрейфа $\beta_в$ равнодействующая сил сопротивления воды R будет отклонена от диаметральной плоскости в сторону действия ветра. Составляющая R_y, перпендикулярная диаметральной плоскости, будет уравновешивать давление ветра, т. е. $A = R_y$. Составляющая R_y

уравновешивает упор винтов $F_д$. Точка приложения силы A, или аэродинамический центр давления, не совпадает с точкой приложения силы R_y, или гидродинамическим центром давления. Эти силы образуют пару сил, которая и создает поворачивающий момент, направление которого зависит от взаимного расположения точек приложения сил R и A. Этот момент направлен на ветер и называется ветровым моментом $M_в$.

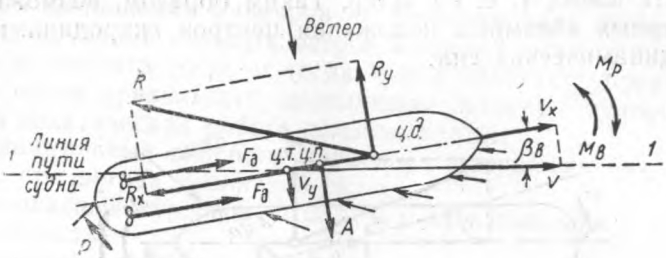


Рис. 41. Схема сил, действующих на судно при бортовом ветре

Точки приложения сил R_y и A находятся на разной высоте, поэтому возникает кренящий момент и крен в сторону силы A. У судов с большой парусностью при сильном шквалистом ветре ветровой крен может достичь опасных значений.

Для того чтобы судно двигалось прямолинейно по линии *1—1*, нужно с помощью руля создать поворачивающий момент $M_р$, равный ветровому моменту $M_в$ и направленный в противоположную сторону, т. е. руль надо переложить на несколько градусов вправо (как показано на рис. 41).

Сила давления ветра определяется по формуле

$$A = C\frac{\rho}{2}S(kv_в)^2, \qquad (18.2)$$

где C — коэффициент, учитывающий обводы корпуса в надводной части;

$C = 1{,}0 : 1{,}2$ — для бортового ветра;

$\rho_в$ — массовая плотность воздуха ($\rho_в = 0{,}127$ *кг·сек²/м⁴*);

S — площадь парусности в *м²* (берется из паспорта судна);

$v_в$ — скорость ветра в *м/сек* на высоте рубки судна;

k — коэффициент учитывающий уменьшение ветра с высотой, где $k=0{,}9$ в незащищенных от ветра местах рек и $k=(0{,}75 \div 0{,}6)$ вблизи причалов, шлюзов и берегов.

Так как скорость ветра с течением времени постоянно изменяется, для удержания судна на прямом курсе требуется часто изменять угол перекладки руля, и поэтому устойчивость на курсе всех судов при ветре ухудшается.

Если в рассматриваемом примере не перекладывать руль, то судно будет разворачиваться на ветер и курсовой угол начнет уменьшаться.

На рис. 42 изображен случай, когда ветровой момент направлен в подветренную сторону. Силы R_y и A_y образуют пару сил, ветровой момент которой направлен вправо, т. е. под ветер. Для того чтобы судно двигалось прямолинейно, руль нужно переложить влево, т. е. на ветер. Таким образом, возможны два характерных взаимных положения центров гидродинамических и аэродинамических сил:

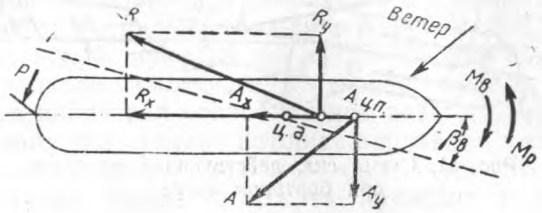


Рис. 42. Схема сил, действующих на судно при остром курсовом угле ветра

1) центр гидродинамических сил расположен дальше от центра тяжести, чем центр аэродинамических сил (см. рис. 41);

2) центр гидродинамических сил расположен ближе к центру тяжести судна, чем центр аэродинамических сил (рис 42).

Таким образом, мы пришли к выводу, что по мере уменьшения курсового угла ветра от 90 до 0° возможно изменение знака ветрового момента, что имеет место у всех пассажирских судов.

В практике замечено, что крупные пассажирские винтовые суда при повороте на ветер и работе винтов на передний и задний ход в сторону поворота теряют управляемость, начиная со скоростей ветра около 10 *м/сек* и более, т. е. с 6 баллов.

При движении задним ходом центр гидродинамических сил смещается ближе к корме. Поэтому у большинства судов с развитой надстройкой при движении задним ходом ветровой момент направлен в сторону ветра, т. е. корма разворачивается на ветер, нос — под ветер. За счет увеличения плеча ветрового момента при движении задним ходом корма разворачивается на ветер лучше чем нос на переднем ходу, и это необходимо учитывать при маневрировании.

Судоводитель может управлять ветровым моментом, изменяя режим работы движителей. Увеличение оборотов движителя во время маневра приводит к перемещению центра гидродинамических сил по направлению создаваемого упора движителей.

Если в это время ветровой момент направлен на ветер, то он будет расти за счет увеличения плеча ветрового момента и разворот судна на ветер будет происходить быстрее. Если ветровой момент направлен в сторону ветра, увеличение оборотов движителей приведет к уменьшению плеча ветрового момента и уклонение судна в сторону ветра будет медленее или прекратится.

При выполнении маневров на переднем ходу на малых скоростях во время сильных ветров ветровой момент может быть больше момента руля, и тогда судно потеряет управляемость.

В целях правильного выполнения маневра судоводители в своей практической работе должны знать:

минимальные скорости движения, удерживающие судно на курсе при ветрах различной силы;

безопасный курсовой угол ветра для движения с минимальной скоростью;

минимальную скорость на циркуляции, обеспечивающую управляемость в течение всего маневра.

Знания эти можно приобрести из практики работы опытным путем.

§ 14. ВЛИЯНИЕ ВОЛНЕНИЯ, ТЕЧЕНИЯ И МЕЛКОВОДЬЯ НА УПРАВЛЯЕМОСТЬ СУДНА

Ветер оказывает и косвенное воздействие на судно, вызывая волнение и ветровое течение. При движении судов в условиях волн с длиной волны меньше длины корпуса судна или состава нарушается плавность качки. Удары волн в отдельные части корпуса судна значительно превышают местное давление воды, что приводит к образованию вредных поворачивающих моментов и крена, вызывающих рыскливость и снижение скорости хода. Действие неправильных течений по производимому на судно эффекту аналогично действию волн, но создаваемый ими крен значительно меньше. Создаваемый неравномерностью давления воды на отдельные части корпуса поворачивающий момент может вызвать потерю управляемости в случае снижения скорости хода до опасных пределов.

Резкое изменение глубин влияет на управляемость судна следующим образом. При движении судна образуются волны в результате возникновения области повышенного давления потока у носовой и кормовой частей судна. На мелководье волнообразование становится более интенсивным. При приближении к мелководным местам с резкими изменениями глубин (подводные косы, заструги, осередки и т. д.) судовые волны частично отражаются ими. Это создает повышенный горизонт и давление воды на борт судна со стороны отмели. Появляется поворачивающий момент, направленный от отмели. Если отмели расположены и справа и слева, судно будет рыскать в ту и другую сторону. Чем больше скорость движения судна, тем интенсив-

нее волнообразование, а стало быть, больше и его рыскливость. При движении по мелководью с большими неровностями дна снижение скорости хода уменьшает рыскливость и улучшает управляемость судна. При прохождении мелководных участков реки с небольшими габаритами судового хода по ширине судоводители должны запомнить места расположения подводных отмелей, кос и заструг с тем, чтобы при приближении к ним своевременной перекладкой руля и снижением скорости хода предотвратить зарыскивание судна, могущее привести к посадке на мель или к столкновению судов.

§ 15. ХОДКОСТЬ И МАНЕВРИРОВАНИЕ СУДАМИ

Способность судна двигаться с определенной скоростью при данной мощности главных двигателей называют ходкостью.

Основными режимами работы двигателей являются режимы полного, среднего и малого переднего хода.

В практике работы речного флота различают следующие скорости полного хода:

сдаточная — развиваемая судном при работе движителей на полный передний ход во время заводских сдаточных испытаний (на мерной миле);

техническая — развиваемая судном в нормальных навигационных условиях при работе движителей на полный передний ход;

эксплуатационная — развиваемая судном на определенном участке пути;

путевая — развиваемая судном между двумя пунктами, включающая время остановок.

Техническая скорость судна определяется на мерной миле. Мерной милей называется глубоководный участок пути, специально оборудованный для производства скоростных испытаний судов. Основным оборудованием мерной мили являются две пары секущих створов, расположенных перпендикулярно оси судового хода. Если позволяет конфигурация берегов, то устанавливают и ведущий створ по оси судового хода.

Определение скорости хода судна на мерной миле производится при разных осадках и режимах работы двигателей. Перед началом испытаний необходимо устранить крен и дифферент, а также замерить осадку судна, определить направление и силу ветра.

Достигнув необходимого для испытаний числа оборотов двигателей, судно направляют по оси судового хода, при этом выдерживают постоянный курс и замечают по секундомеру моменты пересечения секущих створов.

Для исключения влияния течения следует сделать троекратный пробег вверх и вниз. Скорость движения судна относительно воды вычисляют по формуле

$$v = \frac{v_1 + 2v_2 + v_3}{4}, \qquad (19.2)$$

где v_1, v_2 и v_3 — скорости судна при первом, втором и третьем пробегах.

Затем, аналогично, следует замерить скорости при движении средним, малым и самым малым ходом и составить график зависимости скорости движения от числа оборотов двигателя.

Скорости движения при среднем и малом ходе могут быть приближенно определены по величине скорости полного хода.

Величина нагрузки двигателя, работающего на полный ход, при переходе к среднему ходу уменьшается на 50%, а затем к малому — еще на 50%. Так как изменение величины скорости движения пропорционально изменению величины нагрузки в третьей степени, можно записать:

$$v_{с.х} = \sqrt[3]{0{,}5}\ v_{п.х}; \qquad (20.2)$$

$$v_{м.х} = \sqrt[3]{0{,}5}\ v_{с.х}, \qquad (21.2)$$

где $v_{п.х}$, $v_{с.х}$ и $v_{м.х}$ — скорости соответственно полного, среднего и малого хода.

После извлечения кубического корня и несложных преобразований будем иметь:

$$v_{с.х} = (0{,}7 \div 0{,}8)\ v_{п.х}; \qquad (22.2)$$

$$v_{м.х} = (0{,}5 \div 0{,}6)\ v_{п.х}. \qquad (23.2)$$

Знание судоводителем скоростей движения судна при различных режимах работы двигателя в ряде случаев может оказать решающее значение на правильное выполнение маневра и безопасность движения судов.

Покажем, как должен маневрировать судоводитель грузопассажирского трехвинтового теплохода, имеющего скорость полного хода 25 *км/час*, при подходе к участку с односторонним движением, при наличии бортового ветра, если в этот участок — узкость, в перекат или в подходной канал шлюза в том же направлении входит состав, идущий со скоростью 9—10 *км/час*.

Для правильного выбора способа маневрирования судоводитель должен решить два вопроса:

1) какой режим работы двигателей требуется для того, чтобы выравнять скорость своего судна со скоростью впереди идущего состава;

2) какова будет управляемость судна при требующемся режиме работы двигателей в данных условиях.

Решим эту задачу для глубоководного однопутного участка.

При работе трех двигателей на малый ход будем иметь скорость хода

$$v_{м.х} \approx 0{,}6 \cdot 25 \approx 15 \ \ км/час.$$

При ходе на одном двигателе малым ходом

$$v'_{м.х} \approx \sqrt[3]{0{,}33}\ v_{м.х} \approx 9 - 10 \ км/час.$$

При ходе на одном двигателе самым малым ходом (50% нагрузки малого хода)

$$v'_{\text{с.м.х}} \approx 0{,}6 \cdot 10 \approx 5 - 6 \quad км/час.$$

Если выбранная скорость движения, обеспечивающая достаточную управляемость, окажется больше скорости движения идущего впереди состава, то следует остановить судно до освобождения судового хода.

Решение подобных задач в практике работы будет полезным лишь при условии, если судоводитель будет заранее знать ходовые качества данного судна.

§ 16. ВЫБОР СКОРОСТИ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО МЕЛКОВОДЬЮ

Ограниченная глубина фарватера увеличивает все составляющие сопротивление воды движению судна. Наиболее сильно влияние мелководья сказывается на величине и характере волнового сопротивления.

Пока скорость движения судна на мелководье такова, что длина образующихся волн незначительно отличается от длины волн на глубокой воде, характер волнообразования в обоих случаях остается одинаковым.

Это условие соблюдается, когда соотношение скорости v движения судна и глубины h определяется неравенством $v \leqslant \leqslant 0{,}4\sqrt{gh}$, где g — ускорение свободного падения. При дальнейшем увеличении скорости движения при неизменной глубине происходит слияние расходящихся волн носовой группы с поперечными волнами в одну одиночную волну, которая тем больше, чем меньше отношение глубины к осадке судна. Одиночная волна образуется при скорости движения $v = \sqrt{gh}$, которая называется критической. При этом сильно возрастает сопротивление воды движению судна.

При образовании одиночной волны уровень воды в районе миделя судна понижается. За счет увеличения сил поддержания в носовой части образуется дифферент на корму.

Увеличение осадки судна за счет дифферента и понижения уровня уменьшает зазор между днищем судна и грунтом фарватера, что приводит к увеличению скоростей обтекания днища судна водой, а это в свою очередь ведет к уменьшению давления воды. Силы поддержания уменьшаются, и осадка судна возрастает. Особенно резко эти явления наблюдаются при отношении глубины к осадке меньше 1,5 у судов с полными обводами и плоским днищем. Таким образом, создается прогрессирующее погружение судна, которое может привести к удару о выступы дна и пролому корпуса судна, повреждению движителей или рулей.

Из рассмотренного следует, что во время движения судна по мелководью динамическая осадка судна может значительно

превышать его статическую осадку во время стоянки. Общее приращение осадки при движении на мелководье будет равно

$$\Delta T = \Delta T_{\text{п.у}} + \Delta T_{\text{д}} + \Delta T_{\text{п.д}}, \qquad (24.2)$$

где ΔT — общее приращение осадки судна в *м*;
$\Delta T_{\text{п.у}}$ — приращение осадки от понижения уровня;
$\Delta T_{\text{д}}$ — приращение осадки от дифферента;
$\Delta T_{\text{п.д}}$ — приращение осадки от падения давления воды под днищем судна.

Приращение осадки во время движения судна может достигать 50 *см* и более. При прохождении мелководных участков безопасность движения зависит от правильно выбранной скорости движения, исключающей рыскливость и присос к грунту корпуса судна. Оба эти явления уменьшаются с уменьшением скорости движения. Поэтому до подхода к мелководному участку судоводитель должен выбрать такую скорость судна, которая при входе на мелководный участок исключала бы явления присоса и рыскания.

Безопасная скорость движения судна на мелководье при относительных глубинах $1 < \frac{h}{T} \leqslant 2$ может быть определена по формуле Е. И. Степанюка

$$v_{\text{пред}} = 1{,}09\sqrt{gT}\sqrt[n]{\frac{h}{T}-1}, \qquad (25.2)$$

где $v_{\text{пред}}$ — предельная скорость движения в *м/сек*;
T — осадка судна в *м* в статическом положении;
n — коэффициент, величину которого можно принять равной $n = 5{,}9 - \frac{B}{4T}$,
здесь B — ширина судна в *м*.

Для практического пользования формулой (25.2) следует построить график зависимости предельных безопасных скоростей движения от глубины для данного судна.

Режим работы двигателей, обеспечивающих безопасную скорость движения, можно определить на основе рекомендаций, данных в § 24. Расстояние, с которого следует начать снижение скорости хода до подхода к мелководному участку, зависит от инерционных свойств судов.

§ 17. ИНЕРЦИОННЫЕ СВОЙСТВА СУДОВ И МАНЕВРИРОВАНИЕ

Если на судне, движущемся с определенной скоростью, застопорить машину, то судно остановится не сразу, а пройдет еще некоторое расстояние. Не остановится судно сразу и в том случае, если при его движении вперед дать машинам задний ход. Это свойство судна сохранять состояние покоя или равно-

мерного движения, пока какая-нибудь внешняя сила не заставит изменить его, называется инерцией судна.

Инерционные свойства судов обычно характеризуются длиной пути и временем разгона до достижения установившейся скорости и длиной пути и временем гашения инерции движения. При этом гашение инерции движения может происходить как за счет только силы сопротивления воды движению, так и за счет сил упора движителя, работающего на задний ход. Наибольшее значение для маневрирования и безопасности движения имеет процесс гашения инерции движения. Для того чтобы произвести любой маневр, заканчивающийся остановкой судна, судоводитель должен глазомерно сопоставить расстояние до предполагаемого места остановки с длиной пути торможения своего судна. Для безопасного выполнения маневра необходимо, чтобы длина пути торможения судна была всегда меньше

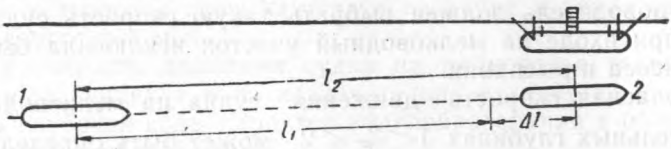


Рис. 43. Определение длины пути для безопасного выполнения маневра остановки судна

расстояния до намеченного места остановки (рис. 43). Уравнение, выражающее условие безопасного выполнения маневра остановки судна, имеет вид

$$l_2 = l_1 + \Delta l, \qquad (26.2)$$

где l_1 — длина пути торможения;

Δl — поправка пути торможения;

l_2 — безопасное расстояние до места остановки судна.

Поправка к пути торможения учитывает величину погрешности в определении пути торможения и погрешность в определении расстояния до места остановки. При определении расстояния с помощью радиолокатора Δl составляет $\pm 3 \div 5\%$.

Длина пути торможения прямо пропорциональна кинетической энергии судна и обратно пропорциональна силе торможения. Сила торможения слагается из силы сопротивления воды и силы упора движителей. Длина пути, проходимого судном по инерции в спокойной воде, может быть определена по формуле автора

$$l_1 = \frac{D v^2}{N_e} n, \qquad (27.2)$$

где l — длина пути, проходимого судном по инерции, в *м*;

D — водоизмещение судна в *т*;

N_e — мощность судна в *л. с.*;

n — коэффициент пропорциональности.

Значения коэффициента n для различных типов судов приведены в табл. 3.

Таблица 3

Тип судов	n	
	при работе движителей на полный задний ход (торможение)	при остановленных движителях (выбег)
Винтовые пассажирские	11,0	34,0
Колесные грузо-пассажирские . .	4,5	11,0
Самоходные грузовые	8,8	30,0

Ошибка в определении длины пути, проходимого судном по инерции, определенная по формуле (28.2), не превышает 10%.

ГЛАВА III

УПРАВЛЕНИЕ ОДИНОЧНЫМИ САМОХОДНЫМИ СУДАМИ

§ 1. УПРАВЛЕНИЕ СУДАМИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ОБОРОТОВ

Выбор места и направления оборота

В практике речного судовождения оборот встречается очень часто.

До начала оборота судоводитель должен выбрать место и направление оборота с учетом направления и силы течения и ветра, а также особенностей данного судна и габаритов пути с тем, чтобы обеспечить безопасность маневра, быстроту его выполнения и оптимальный радиус циркуляции. Оборот лучше всего производить в местах с достаточными габаритами судового хода. Следует избегать оборотов в узких местах и в местах с неправильными течениями.

Учет течения

Рассмотрим влияние течения на выбор направления оборота (рис. 44). Если при движении по течению судно будет выполнять оборот из более слабого течения в сторону более сильного течения (стрежня), то в момент, когда диаметральная плоскость судна будет примерно перпендикулярна направлению струй течения, центр давления течения будет находиться от центра тяжести ближе к носу судна и сила давления струй воды $P_т$ будет создавать поворачивающий момент $M_т$, направленный в сторону, противоположную обороту. При больших скоростях течения и малой скорости оборота может наступать равенство моментов руля и течения и выполнение оборота будет невозможным.

Если при движении по течению судно будет производить оборот из стрежня в сторону слабого течения (тиховода), то

в процессе оборота равнодействующая давления воды $P_т$ будет расположена за центром тяжести, ближе к корме судна, поэтому создаваемый ею поворачивающий момент $M_т$ будет способствовать обороту судна и диаметр его циркуляции будет меньшим.

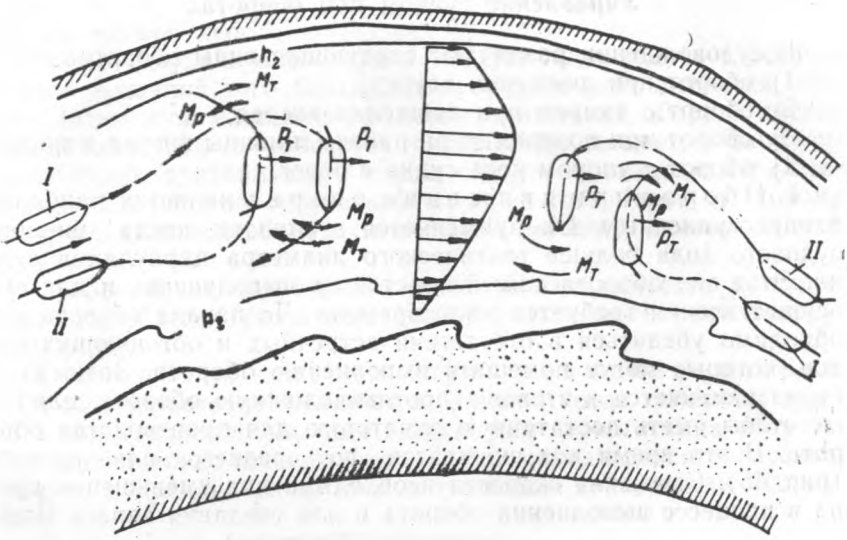


Рис. 44. Выбор направления оборота с учетом скоростей течения: $M_т$ — поворачивающий момент от течения; $M_р$ — поворачивающий момент от руля; *I* — правильное направление оборота; *II* — неправильное направление оборота

Следовательно, при движении по течению оборот надо делать из стрежня в тиховод, а при движении против течения — из тиховода в стрежень.

В ходовых ярах с небольшой шириной судового хода оборот нужно делать от яра к песку независимо от направления движения.

Учет ветра. Влияние ветра на судно аналогично влиянию течения с той лишь разницей, что течение действует на подводную часть корпуса неравномерно, а ветер — на надводную равномерно. Оборот рекомендуется выполнять на ветер. В этом случае, если оборот по каким-либо причинам не получается, судоводитель может остановить машину и дать задний ход, при этом будет наблюдаться снос судна в сторону судового хода. При выполнении же оборота под ветер судно будет сноситься в сторону берега. В этом случае инерция судном преодолевается трудно.

При одновременном действии на судно течения и ветра при производстве оборота учитывается только один фактор, оказывающий на судно наибольшее воздействие.

Выбрав направление оборота, судоводитель сообщает о принятом решении рулевому.

Управление судном при оборотах

В судовождении различают следующие виды оборотов:

1) оборот при движении вперед;
2) оборот с якорем при движении вперед;
3) оборот при попеременной работе машины вперед и назад;
4) оборот с упором носа судна в берег.

1. Оборот при движении вперед является наиболее распространенным. Он применяется в случаях, когда ширина судового хода больше тактического диаметра циркуляции судна. Этот вид оборота самый простой по выполнению, и для его осуществления требуется мало времени. До начала оборота необходимо убедиться в отсутствии встречных и обгоняющих судов, которые могут помешать выполнению оборота. Затем курс судна изменяется в сторону, противоположную обороту, для того, чтобы иметь достаточную акваторию для производства оборота. В это время ход снижается до среднего или малого (рис. 45). Снижение скорости необходимо для уменьшения крена в процессе выполнения оборота и для создания запаса мощ-

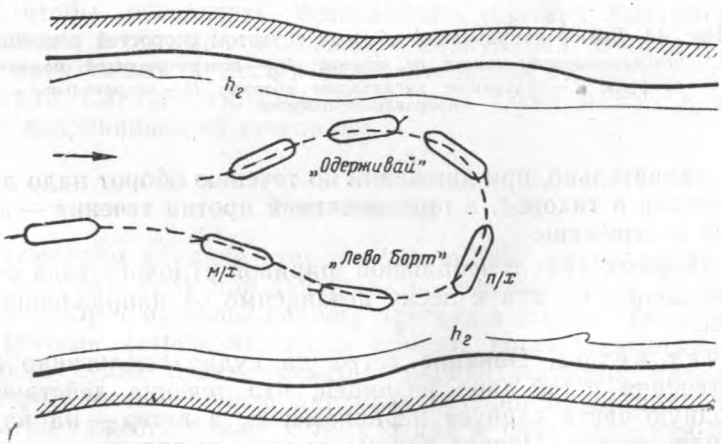


Рис. 45. Схема оборота судна

ности двигателей для обеспечения большего поворачивающего момента после начала оборота (см. схему сил на циркуляции). Если оборот делается для подхода к причалу, то его следует начинать в момент выхода судна на траверз причала. Руль пе-

рекладывается на 30—35°. После того как судно повернется на 30—40°, увеличивают обороты движителя. Заканчивая поворот, судно выводят на курс, параллельный берегу. Иногда в момент окончания поворота создается угроза навала кормы на берег. В этом случае для предотвращения навала руль плавно перекладывается в положение «прямо» или на несколько градусов в сторону другого борта («одерживают» корму), и судно выходит на прямой курс.

Оборот двухвинтового судна следует производить с остопоренной машиной того борта, в сторону которого делается оборот. Затем этой машине в процессе выполнения оборота дается задний ход. Это способствует уменьшению диаметра циркуляции. Оборот трехвинтового судна следует производить с убавлением или полной остановкой машины того борта, в сторону которого делается оборот. Затем этой машине дается задний ход.

Оборот перед встречным судном может привести к столкновению, поэтому его нужно делать только за кормой встречного судна.

2. Оборот с якорем при движении вперед. Этот вид оборота применяется в случаях, когда габариты судового хода недостаточны для выполнения первого вида оборота. При движении по течению этот оборот производится с носовым якорем, а при движении против течения — с кормовым якорем.

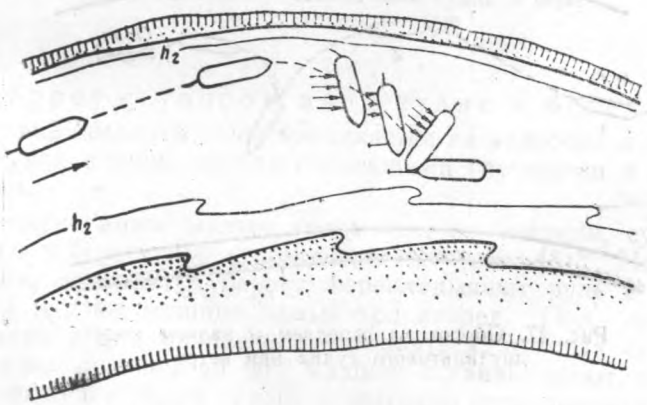


Рис. 46. Оборот с якорем на течении

В практике оборот с носовым якорем встречается наиболее часто. При подходе к месту оборота отдается команда о подготовке к отдаче носового якоря с борта, в сторону которого будет производиться оборот. Снижают ход до самого малого и начинают заход на оборот с учетом дрейфа кормы во время производства оборота (рис. 46). Затем руль перекладывают

в сторону оборота на угол 30—35°, и судно начинает совершать циркуляцию. Погасив инерцию, отдают носовой якорь и вытравливают якорную цепь на длину не более 1,5—2 глубин, так как в случае, если вытравить якорную цепь на бо́льшую длину, то во время натяжения ее может произойти сильный рывок. После натяжения якорной цепи, если корма судна разворачивается медленно, якорную цепь потравливают. В дальнейшем разворот судна происходит за счет натяжения якорной цепи и давления воды на борт судна. После выполнения разворота судно снимается с якоря и идет в нужном направлении.

При отсутствии течения оборот с носовым якорем выполняется несколько иначе. Заход на оборот производят на самом малом ходу и в это время готовят к отдаче носовой якорь с борта, в сторону которого производится оборот. Переложив руль в сторону оборота, останавливают машины и отдают якорь. После того как якорь заберет грунт, дают малый ход вперед, и судно, удерживаемое якорем, разворачивается. На двух- или трехвинтовых судах оборот ускоряется одновременной работой машин на передний и задний ход.

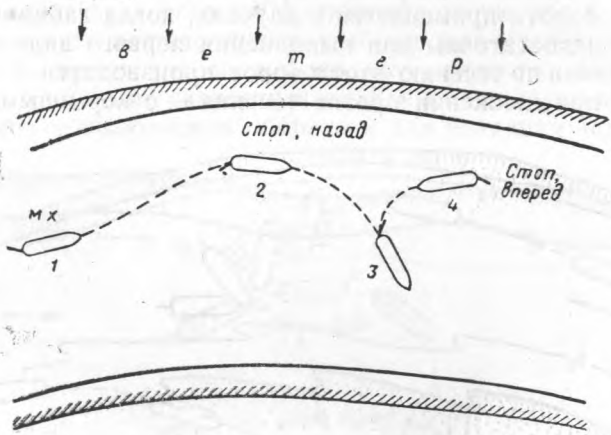


Рис. 47. Оборот на переднем и заднем ходу двухвинтового судна при ветре

3. Оборот при попеременной работе машин вперед и назад. Этот вид оборота чаще всего применяется при наличии ветра. Здесь используется свойство кормы большинства судов идти на ветер при движении задним ходом. Этот вид оборота обычно применяется тогда, когда не представляется возможным выполнить оборот на переднем ходу. На малом или среднем ходу судно подводится к наветренному берегу (рис. 47, положение *1*), затем руль перекладывается под ветер, машины останавливаются, и дается ход назад (положение *2*). В это

время под действием ветра происходит разворачивание судна и снос в сторону судового хода (положение *3*). Обычно, как только судно погасит инерцию, начинается сильный разворот кормы на ветер и судно получает задний ход (положение *4*). Руль перекладывают на 15—20° на противоположный борт. После того как судно завершит оборот, машины останавливают и дают ход вперед. При отсутствии ветра одновинтовые суда могут выполнить этот вид оборота только в сторону вращения винта.

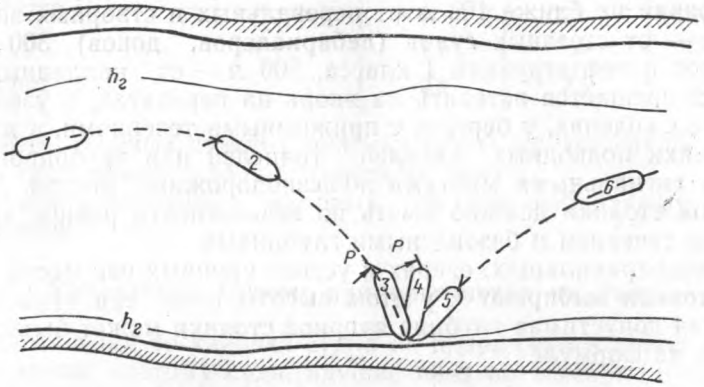


Рис. 48. Оборот с упором носа судна в берег при отсутствии течения

4. Оборот с упором носа судна в берег.

Этот вид оборотов чаще применяется на колесных и одновинтовых судах в узких местах с большими глубинами и чистыми берегами.

Двигаясь самым малым ходом или по инерции, судно направляют к берегу под углом около 45° (рис. 48)*. Нос судна осторожно подводят к берегу, перекладывают руль в сторону поворота и дают машине малый ход вперед. Под действием руля корма судна начнет разворачиваться, и когда судно повернется больше чем на 90°, машину останавливают, руль перекладывают в сторону берега, у которого производился оборот, и дают задний ход. Судно заканчивает оборот, двигаясь задним ходом.

Этот вид оборота при наличии течения и вязкого грунта нужно производить осторожно, так как может произойти навал судна на берег.

---

* На этом и на других рисунках цифрами *1, 2, 3, 4* обозначена последовательность движения судов или составов.

§ 2. УПРАВЛЕНИЕ СУДАМИ ПРИ ПОСТАНОВКЕ НА ЯКОРЬ И СНЯТИИ С ЯКОРЯ

Выбор места якорной стоянки

Место якорной стоянки выбирается в зависимости от причины остановки судна (из-за препятствия в пути, необходимости ремонта судна, производства грузо-пассажирских операций, укрытия от шторма, ледохода и т. д.).

Судам рекомендуется вставать на якорь вне фарватера на расстоянии не ближе 100 *м* от перевальных и створных знаков, 200 *м* — от стоечных судов (дебаркадеров, доков), 300 *м* — от судов с нефтегрузами I класса, 500 *м* — от наплавных мостов. Запрещается вставать на якорь на перекатах, в узкостях, в крутых коленах, у берегов с прижимными течениями, в местах прокладки подводных кабелей, тоннелей или трубопроводов, между сигнальными мачтами железнодорожных мостов. Место якорной стоянки должно иметь по возможности ровное дно со слабым течением и безопасными глубинами.

В водохранилищах, озерах и устьях крупных рек место якорной стоянки выбирают с учетом высоты волн, при этом минимальная допустимая глубина якорной стоянки может быть определена по формуле

$$H = \left(T + 0{,}6 + \frac{2}{3} h \right), \qquad (1.3)$$

где T — осадка судна в *м*;

h — наибольшая высота волны для данного времени года в *м*;

0,6 — запас воды под днищем в *м*.

В устьевых участках рек необходимо учитывать колебания уровня воды от приливов и отливов. При постановке судна на якорь и длительной остановке необходимо выбирать место якорной стоянки с учетом возможного изменения направления ветра.

При выборе места якорной стоянки необходимо также учитывать степень защищенности его от ветра и волнения.

Следует избегать якорной стоянки выше приверхов островов, вблизи проранов, на огрудках, в суводях и майданах, а весной — в незащищенных от ледохода местах и вблизи затопленных берегов.

Одним из основных факторов, определяющих выбор места якорной стоянки, является грунт. Шарнирные якоря плохо держат на твердых грунтах. На скалистых грунтах якорная стоянка затруднена при любом типе якоря. Кроме того, на скалистом грунте якорь может оказаться между крупных камней или в трещине и тогда будет очень трудно выбрать его на борт судна. На илистых грунтах хорошо держат якоря всех систем,

но плохо отделяются от них вследствие засасывания. На песчаных грунтах якоря держат удовлетворительно. Хорошим грунтом считается суглинок, мелкая галька.

В табл. 4 приведена держащая сила якорей различных типов для илистых и песчаных грунтов.

Таблица 4

Характер грунта	Максимальная держащая сила якорей на единицу веса		
	Холла	Адмиралтейский	Матросова
Ил	4,8	5,3	23,9
Плотный песок	2,3	7,5	51,5

Места якорных стоянок можно разбить на две группы:

1) постоянные, хорошо известные места;

2) места случайных якорных стоянок, выбираемых в пути следования.

Управление судном при постановке на якорь

Нормальная постановка судна на якорь осуществляется против течения, поэтому суда, идущие вниз по течению, предварительно делают оборот.

По мере сокращения расстояния между судном и выбранным местом остановки постепенно снижается скорость движения. Если сзади следуют другие суда, то согласно Правилам плавания их нужно предупредить о постановке на якорь подачей четырех коротких свистков. Затем отдается распоряжение приготовить якоря к отдаче.

По мере приближения к месту якорной стоянки скорость движения судна нужно уменьшить до минимума, при котором судно еще сохраняет удовлетворительную управляемость, а инерция судна может быть погашена кратковременной работой машин назад. Подходить к месту якорной стоянки следует против ветра, течения или под углом, не превышающим 15—20°. В противном случае после отдачи якоря при натяжении якорной цепи может произойти сильный рывок и обрыв якорной цепи. Если на судно одновременно действуют и течение, и ветер, следует вести судно против большего из них.

При решении вопроса, какой якорь нужно отдать, руководствуются конкретными условиями, а также равномерностью износа обоих якорных устройств. Исходя из этого, рекомендуются следующие основные правила.

1. Если судно подходит к месту отдачи якоря, где нет течения и ветра, а также при отработке машиной назад дрейф судна не имеет большого значения, можно отдавать любой якорь.

2. Если течение или ветер направлены на один какой-либо борт, то отдается якорь этого борта.

3. Если ветер или течение очень сильны, то на одновинтовых судах следует отдавать якорь, разноименный с шагом винта. Так, например, если судно имеет винт правого вращения, то следует отдавать левый якорь.

4. Если ветер и течение имеют разное направление, а судно подходит против течения, то отдавать якорь нужно с борта, на который действует ветер. Так, например, если судно подходит против течения, а в правый борт дует ветер, отдавать надо правый якорь.

5. Если якорь отдается с целью уменьшения циркуляции при обороте или дрейфа, то отдавать якорь нужно с борта, противоположного направлению дрейфа.

6. При швартовке судна у берега или у другого судна отдают якорь с противоположного борта, т. е. если швартовы подаются с правого борта, то отдается левый якорь.

Перед отдачей якоря измеряется глубина и отдается буек. Лучшим моментом для отдачи якоря считается момент начала движения судна назад. Если отдать якорь с неподвижного судна, то якорная цепь может попасть на якорь и запутаться; если отдать якорь при небольшом движении судна вперед, то он уйдет под корпус и при малых глубинах может нанести повреждение корпусу судна. Кроме того, при наличии течения и ветра, когда судно будет сплывать, оно приобретает большую инерцию к моменту натяжения якорной цепи и вызывает рывок. В судоводительской практике есть два случая, когда якорь отдается на переднем ходу:

1) при постановке судна на кормовые якоря;

2) при возникновении потребности в быстром гашении инерции, но при обязательном наличии больших глубин.

После отдачи якоря якорную цепь вытравливают на длину, равную 1,5—2 глубинам, и после ее натяжения начинают постепенно гасить инерцию судна, потравливая якорную цепь до полной остановки судна. В это время нужно внимательно следить за положением якорной цепи с тем, чтобы определить, забрал якорь грунт или нет. Если якорная цепь туго натянута и дрожит, значит якорь хорошо забрал грунт; если якорная цепь, немного натянувшись, сразу ослабевает, — это значит, что якорь плохо забирает грунт и надо потравить якорную цепь.

При сильном течении или ветре для того, чтобы ускорить атаку грунта якорем, не допускают рывка якорной цепи, периодически ее потравливая.

Постановка на якорь считается законченной, если судно полностью остановится, что устанавливают по неподвижным ориентирам или при помощи наметки. В темное время суток должны гореть стояночные огни. Стоянка судна считается надежной, если провисающий участок якорной цепи в своей ниж-

ней точке является касательной к грунту, а веретено якоря находится в горизонтальном положении. Длина вытравленной якорной цепи зависит от внешних нагрузок и определяется по формуле

$$L = \sqrt{\frac{2hR}{q} + h^2}, \qquad (2.3)$$

где L — длина якорной цепи в *м*;
h — расстояние от дна до клюза в *м*;
R — внешняя нагрузка от течения и ветра в *кг*;
q — вес 1 *пог. м* якорной цепи в *кг/м*.

Во время стоянки необходимо вести постоянное наблюдение за окружающей обстановкой и за тем, чтобы судно стояло неподвижно. Если судно все же движется, то якорную цепь необходимо стравливать.

Различные виды постановки судов на якорь

Различают следующие виды постановки судна на якоря: постановка на два носовых якоря, постановка на носовой и кормовой якоря, постановка на шпринг.

Постановка судна на два носовых якоря производится при больших скоростях течения или ветра, когда держащая сила одного якоря недостаточна (рис. 49). В этом случае сначала ставят судно на один якорь. Затем разворачивают судно на угол около 30° в сторону, противоположную отданному якорю, и дают малый ход вперед. Выйдя на линию отданного якоря или немного ниже его, гасят инерцию и отдают второй якорь, после чего периодически травят якорную цепь до тех пор, пока обе цепи не будут иметь одинаковую длину, а судно будет неподвижно.

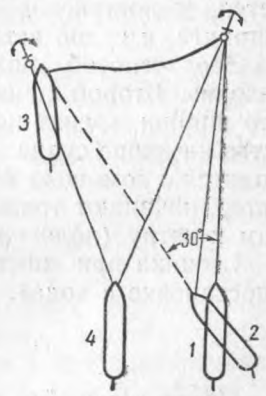


Рис. 49. Постановка судна на два носовых якоря

Постановка на носовой и кормовой якоря применяется в местах с ограниченной шириной и при боковых ветрах. Сначала отдают носовой якорь, дают малый ход назад и травят якорную цепь на длину, бóльшую потребной. Затем, погасив инерцию заднего хода, отдают кормовой якорь, выбирают брашпилем носовую якорную цепь до требующейся длины и одновременно набивают кормовую якорную цепь. Затем обе якорные цепи берутся на стопор. В тех случаях, когда предстоит длительная стоянка на якорях вблизи берега, помимо якорей, на берег подают швартовные тросы и у берегового борта ставят упорные свайки, предохраняющие от навала на берег и посадки на мель.

Постановка на шпринг применяется при отсутствии течения или на слабом течении при наличии ветра с тем, чтобы поставить судно бортом к ветру для защиты малых судов от волнения при производстве грузовых работ у борта крупного судна (рис. 50).

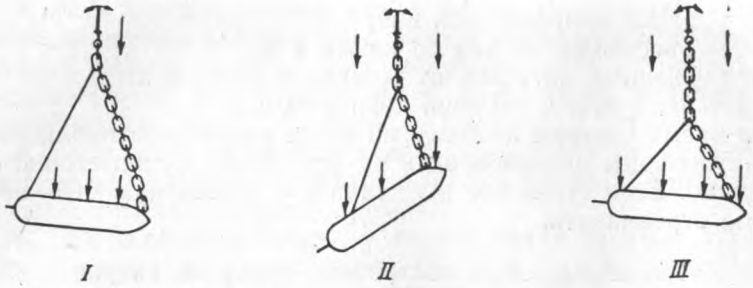


Рис. 50. Виды постановок судна на шпринг

Шпринг или металлический трос крепят к якорной скобе, затем разносят по борту и подвязывают на шкимушгаре небольшой прочности за бортом судна со стороны отдаваемого якоря; второй конец шпринга крепят за кормовые кнехты. Судно ставят под углом к ветру и отдают якорь, который увлекает за собой шпринг, обрывая шкимушгары. Когда якорная цепь натянется, ее постепенно вытравливают на длину, равную длине шпринга, и судно встает бортом к ветру (положение I).

Этот способ получил название «постановка на шпринг с хода». Второй способ «постановка с якоря» отличается тем, что шпринг крепят не к якорной скобе, а к якорной цепи стоящего на якоре судна. Крепление шпринга к якорной цепи производится с помощью мягкого стального стропа. Судно ставят под ветер, начинают травить якорную цепь, и судно становится бортом к ветру (положения II и III).

Стоянка при «постановке с якоря» будет надежнее, чем при «постановке с хода».

Съемка с якорей

Перед съемкой с якоря должна быть произведена проверка якорного и рулевого устройств, машинного телеграфа, дистанционного управления двигателями и ходовых огней. Судовые шлюпки и штормтрапы должны быть подняты. После этого отдается команда подготовить машины и брашпиль. Когда брашпиль будет готов, вахтенному начальнику сообщают, что к съемке с якоря готовы. Вахтенный начальник после команды «якорь поднять» дает машине самый малый ход вперед для уменьшения натяжения якорной цепи и ускорения съемки с якоря. Про-

двигаясь вперед, нельзя допускать, чтобы якорь оказался под корпусом. Постоянно наблюдая за положениями якорной цепи, вахтенный матрос или боцман сообщает на мостик о положении якоря в отношении судна: «якорь слева», «якорь справа», «якорь прямо» или «якорь под корпусом». На основании этой информации вахтенный начальник изменяет курс судна или режим работы машины. Когда якорная цепь займет отвесное положение, на мостик докладывают: «якорь встал».

После выхода якоря из воды сообщают: «якорь вышел чист» или, если на якоре имеются посторонние предметы — тросы, цепи и т. п., — «якорь вышел нечист». После выбора буйка при «чистом» якоре увеличивают обороты машин и начинают выходить на судовой ход. Машинам дается полный ход после того, как якорь закрепят по-походному.

При наличии на якоре посторонних предметов их удаляют, грязь смывают водой из шланга. Если судно стояло на кормовом и носовом якоре, то сначала поднимают кормовой, отдав стопор якорной цепи носового якоря.

При стоянке на двух носовых якорях выборку обоих якорных цепей начинают одновременно. Затем, отсоединив один цепной барабан брашпиля и закрепив якорную цепь стопором, начинают выбирать якорную цепь другого якоря. Управление рулем и машинами судна производится так же, как и при подъеме одного якоря. Выбрав один якорь и закрепив якорную цепь, отсоединяют цепной барабан, после чего приступают к выбиранию второго якоря. Если мощность брашпиля достаточна, то можно оба якоря выбирать одновременно.

При съемке со шпринга сначала травят шпринг, и судно разворачивается носом против ветра. Затем выбирают якорную цепь до того места, где закреплен шпринг, и отсоединяют его. Шпринг выбирают на корму с помощью шпиля. После этого судно снимают с якоря обычным путем.

Постановка судна на бочку

На рейдах устьевых портов, подверженных действию приливо-отливного течения, стоянка на носовых якорях требует больших акваторий. В течение суток судно будет разворачивать на 180°, что может привести к навалу судов друг на друга. Поэтому такие рейды оборудованы швартовными бочками.

На водохранилищах изменение направления ветра может вызвать такой же эффект, как и приливо-отливное течение. Швартовная бочка удерживается неподвижно с помощью мертвого якоря и цепи-бриделя.

Постановка на бочку выполняется следующим образом. Подходят к бочке против течения или против ветра на расстоянии 5—6 *м*. В это время на баке готовят швартовный трос, крепят к нему на расстоянии около одного метра от коуша пеньковый

трос-проводник, спускают шлюпку и подают с нее ходовой конец проводника на бочку, пропускают его сверху вниз через швартовный рым и затем снова подают на судно. При подаче легких швартовных тросов в качестве проводника можно использовать легость. Выбирая проводник, подтягивают коуш швартовного троса к рыму и с помощью такелажной скобы соединяют их. Затем отдают проводник и, выбрав слабину, закрепляют швартовный трос на кнехтах. Если предусматривается постановка судна на носовую и кормовую бочки, то приступают к подаче кормового швартовного троса. С этой целью корму судна на заднем ходу подводят к кормовой бочке, а носовой швартов травят и на кнехтах не закрепляют.

После подачи швартовного троса на кормовую бочку его закрепляют на кормовых кнехтах. Носовой швартов выбирают с помощью брашпиля до тех пор, пока оба троса не натянутся. На этом постановка на бочки заканчивается.

При длительных стоянках на морских рейдах вместо троса для большей надежности подается на бочку якорная цепь.

Перед съемкой с бочки проводят такую же подготовку, как и при съемке с якоря. Если судно стояло на двух бочках, то сначала снимают с кормовой, а затем с носовой бочки.

§ 3. УПРАВЛЕНИЕ СУДНОМ ПРИ ОТВАЛАХ

Подготовка к отвалу

Маневр судна, связанный с отходом от дебаркадера, причальной стенки, эстакады, берега или другого судна, называется отвалом. До отвала вахтенный начальник должен:

1) подготовить главные машины к работе. Во время прогрева машин бдительно наблюдать за положением швартовов и трапа;

2) подготовить к действию рулевое устройство, машинные телеграфы, дистанционное управление двигателями, внутреннюю судовую связь, звуковую и световую сигнализацию;

3) получить прогноз погоды;

4) проверить наличие членов экипажа судна, выполнявших задание или отдыхавших на берегу;

5) собрать сведения о количестве посаженных пассажиров, погруженном багаже и грузе;

6) осмотреть рейд и убедиться в отсутствии проходящих мимо судов и составов, а также мелких судов, стоящих за кормой дебаркадера;

7) выбрать способ отвала, сообразуясь с конкретными условиями;

8) дать сигнал на уборку трапа и на прекращение сообщения между судном и берегом; начать отвал.

Отвал при штилевой погоде или отвальном ветре

При штилевой погоде в зависимости от конструкции и места установки причала, типа судна и занятости акватории другими судами могут быть применены три способа отвала: 1) на переднем ходу, 2) на заднем ходу и 3) лагом. Наиболее распространенным способом при наличии течения или без него является отвал на переднем ходу (рис. 51). На колесных и одновинтовых судах при отвале на переднем ходу отдаются средние и носовой швартовы. Затем кратковременной работой движителя на задний ход набивают кормовой швартов. Под действием поворачивающего момента от натяжения швартовного конца и упора движителя нос судна начнет разворачиваться от причала. После разворота на 10—15° машина останавливается. Отдается кормовой швартов, машине дают малый ход вперед и руль перекладывают в ту сторону, где стоит причал, для того чтобы быстрее отвести корму от причала. После образования свободного интервала между кормой судна и бортом причала руль ставят прямо или на несколько градусов в сторону свободного борта и ход машин увеличивают до полного.

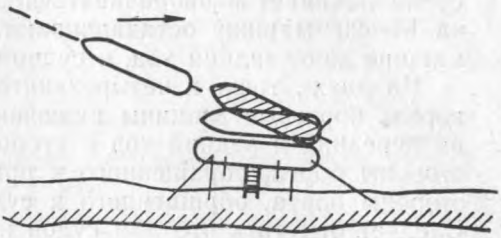


Рис. 51. Схема отвала от дебаркадера на переднем ходу

Большие суда начинают отвал от небольшого дебаркадера движением вперед для выравнивания кормы судна с кормой причала.

На двух-, трех- и четырехвинтовых судах принцип отвала на переднем ходу аналогичен описанному. Разница состоит лишь в том, что одновременно отдаются все швартовы и для разворота судна на 10—15° машине со стороны причала дают ход вперед, а с противоположного борта—назад и руль перекладывают в сторону от причала. Для того чтобы судно в это время не двигалось вперед, машине, работающей на задний ход, дают большее число оборотов.

Если впереди отваливающего судна акватория или причальная линия занята другими судами или место расположения причала таково, что движение вперед вообще невозможно, применяют отвал на заднем ходу. Кроме того, отвал на заднем ходу применяется после длительной стоянки у причала судов на подводных крыльях с тем, чтобы, двигаясь задним ходом, очистить крылья от наплывших посторонних предметов. Отвал на заднем ходу применяется и судами обычного типа в случае, если судно стоит у причала носом по течению.

На колесных и одновинтовых судах при отвале на заднем ходу сначала отдают кормовой и средние швартовы. Затем кратковременной работой движителя на передний ход набивают носовой швартов и одновременно перекладывают руль в сторону причала. За счет поворачивающих моментов, возникающих от руля, упора движителя и натяжения швартового, корма судна начинает разворачиваться от причала. После разворота на 15—20° машину останавливают, отдают носовой швартов, машине дают задний ход, и судно отходит от причала.

На двух-, трех- и четырехвинтовых судах при развороте кормы бортовые машины включаются в работу одновременно на передний и задний ход в сторону причала, т. е. машине со стороны борта, обращенного к причалу, дают ход назад, а со стороны борта, обращенного к судовому ходу, — ход вперед. Следует отметить что для судов на подводных крыльях этот вид отвала является основным.

На крупнотоннажных грузовых и грузо-пассажирских судах при развороте носа от причала во время отвала на переднем ходу происходит сближение кормы с берегом, так как бóльшая часть причалов значительно меньше длины судна, поэтому возникает опасность повреждения винтов.

На судах, оборудованных подруливающими устройствами, в этом случае применяется лаговый способ отвала. После отдачи швартовных тросов бортовым машинам дают одновременно передний и задний ход с созданием поворачивающего момента, направленного в сторону причала, включается носовое подруливающее устройство так, чтобы сила его упора была направлена в сторону от причала. Руль перекладывается в сторону причала с таким расчетом, чтобы диаметральная плоскость судна оставалась параллельной причалу (рис. 52). За счет силы упора подруливающего устройства и силы давления воды на перо руля судно получает перемещение лагом и отходит от причала. После удаления от причала на безопасное расстояние машинам дают ход вперед и подруливающее устройство выключают.

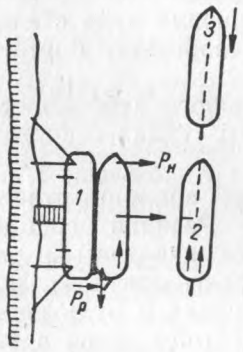


Рис. 52. Лаговый способ отвала

На судах, не оборудованных подруливающими устройствами, в этом случае до начала отвала на переднем ходу нужно корму судна выровнять с кормой причала, продвинувшись вперед.

Лаговый способ отвала применяется также в случаях, когда причальная линия или акватория впереди и позади судна занята другими судами.

При отвальных ветрах затруднений при отвале не возникает. После отдачи швартовых за счет давления ветра на борт судно

получает движение лагом и начинает удаляться от причала, после чего машинам дают ход вперед и судно выводят на судовой ход.

Отвал при навальном ветре

При отвале от причала во время навального ветра необходимо преодолеть влияние этого ветра, характеризуемое величиной поворачивающего момента

$$M_в = P\,l \sin\beta, \qquad (3.3)$$

где $M_в$ — поворачивающий момент от навального ветра, препятствующий отвалу, в *кгм*;

P — сила давления ветра в *кг*;

l — расстояние точки приложения силы P до точки вращения судна в *м*;

β — курсовой угол ветра.

Во время навального ветра выбор способа отвала зависит не только от конструкции судна и причала, занятости причальной линии и акватории другими судами, но и способности судна преодолевать действие навального ветра, которая может быть определена путем количественного учета силы давления ветра и сил, которые может судоводитель данного судна противопоставить ветру при отвале тем или иным способом.

Наиболее характерными способами отвала при отсутствии течения и навального ветра являются: отвал на переднем ходу, отвал на переднем ходу с носовым якорем, отвал на заднем ходу, отвал с выдвигом судна выше причала и отвал с упором носа судна в берег.

Перечисленные способы отвала в навальный ветер рассмотрены на примере современного трехвинтового судна, оборудованного носовым и кормовым подруливающими устройствами.



Рис. 53. Отвал с помощью машин, руля, носового ПУ и кормового швартовного конца:
ш — швартов; $F_д$ — сила упора движителей; B — направление ветра; $P_н$ — сила упора носового ПУ

Отвал судна на переднем ходу является наиболее простым (рис. 53).

Если длина причала значительно меньше длины судна, то сначала выравнивают кормы судна и причала, затем прочно закрепляют кормовой штартовный трос, отдают носовой и средние швартовы. Бортовыми машинами начинают работать на передний и задний ход, носовое подруливающее устройство включают в сторону от причала, перекладывают руль в сторону от причала.

При одновременной работе машин трехвинтового судна на передний и задний ход вместо бортовой машины, работающей вперед, используют среднюю машину. Если нос судна не уклоняется на ветер, то обороты главных двигателей и подруливающего устройства постепенно увеличивают до предела.

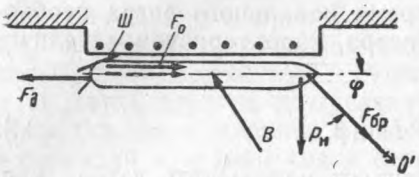


Рис. 54. Отвал с помощью носового якоря

После того как нос судна отклонится от причала на угол 25—30°, останавливают машину, работающую на задний ход, отдают кормовой швартов, перекладывают руль в сторону причала, включают кормовое подруливающее устройство в сторону от причала, машинам дают ход вперед.

Когда корма судна отойдет от причала, руль перекладывают в противоположную сторону (от причала), кормовое подруливающее устройство выключается, и судно выходит на судовой ход.

Отвал на переднем ходу с носовым якорем применяют при сильном навальном ветре. Якорь, как правило, отдается во время привала к причалу.

Отвал носа на ветер производится так же, как и на переднем ходу, с той разницей, что создается дополнительное усилие от брашпиля (рис. 54). После того как нос отойдет от причала на угол 20—25°, следует, не прекращая подъема якоря, остановить машину, работающую на задний ход, и отдать кормовой швартов. Затем всем машинам дают передний ход, включают кормовое подруливающее устройство и перекладывают руль в сторону причала, предупреждая удар кормой судна о причал. Как только якорь выйдет из воды, обороты машин увеличивают до полного хода, чтобы уменьшить дрейф в сторону причала. Давать полный ход до отрыва якоря от грунта не следует, так как может возникнуть рывок, способный привести к поломке брашпиля или обрыву якорной цепи.

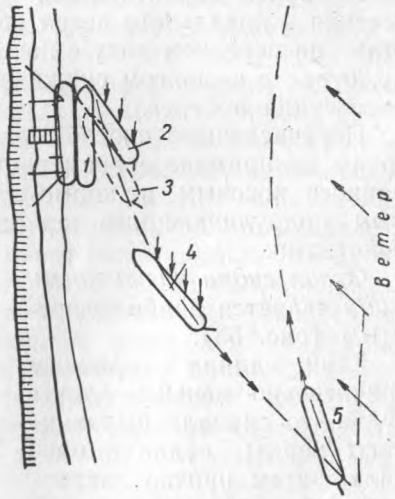


Рис. 55. Отвал на заднем ходу

Отвал на заднем ходу (рис. 55) производится при очень сильном попутном навальном ветре, когда первые два способа не

дали положительного результата. Отвал осуществляется следующим образом. Отдают средние и кормовой швартовы. Бортовой машине со стороны судового хода дают ход вперед, со стороны причала — назад. Средней машине дают ход вперед, но перед этим с помощью брашпиля набивают носовой швартов и прочно закрепляют его на кнехтах. Руль перекладывают в сторону причала и включают кормовое подруливающее устройство в направлении от причала. Если корма отваливает медленно, обороты машин постепенно увеличивают и доводят их до полных. Отвал кормы на ветер производят до угла 30—35° или до тех пор, пока она не встанет против ветра. Против ветра корму ставят в тех случаях, когда курсовой угол ветра превышает 110—120°. Затем останавливают машины, работающие на передний ход, отдают носовой швартов, включают оба подруливающие устройства в сторону от причала, ставят руль в положение «прямо» и дают всем машинам задний ход, не допуская навала судна на причал. Запаздывание или нерешительность судоводителя при увеличении скорости заднего хода может привести к навалу на причал или на берег.

Когда судно отойдет от причала на безопасное расстояние, останавливают машины и дают им ход вперед. Подруливающие устройства в это время выключают.

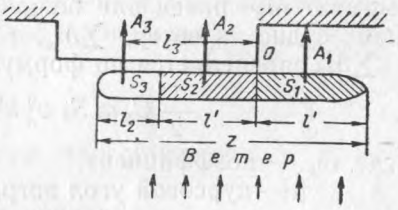


Рис. 56. Отвал с выдвигом судна выше причала

Отвал с выдвигом судна выше причала (рис. 56) применяют в тех случаях, когда отвал на заднем ходу вследствие сильного ветра невозможно осуществить. Кратковременной работой машин на передний ход нос судна выдвигается выше причала настолько, чтобы ветровой момент, препятствующий отвалу судна, значительно уменьшился и стал меньше поворачивающего момента от действия движителей и рулей. Отвал кормы на ветер производится так же, как при отвале на заднем ходу. Перед отвалом следует убедиться, что крамболы, якоря и тросы дебаркадера не будут мешать отвалу.

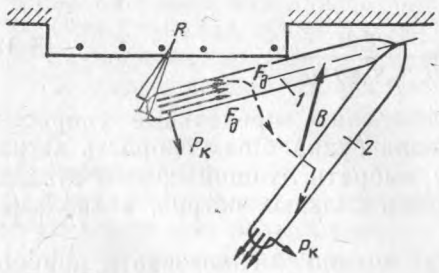


Рис. 57. Отвал с упором носа судна в берег:
R — рули; $F_д$ — сила упора движителей; B — направление ветра; $P_к$ — усилие кормового ПУ

Отвал с упором носа судна в берег (рис. 57) производится при невозможности применить все предыдущие способы отвала.

Процесс отвала состоит из следующих операций: выдвиг носа судна выше причала, упор носа судна в берег, перемещение кормы на ветер, отход задним ходом от берега.

При этом способе отвала отдаются все швартовы, затем дают кратковременный ход вперед и продвигают судно вдоль причала до тех пор, пока не появится возможность подвести нос судна к берегу. Такую операцию можно выполнить при любой скорости навального ветра, так как при длине выдвига, близкой к половине длины судна, момент от ветра близок к нулю. После упора носа судна в берег продолжают движение кормы на ветер, и борт судна отделяется от причала. Когда судно развернется кормой против ветра, машинам дают задний ход, и судно отходит от берега. В качестве меры предосторожности следует держать кормовой якорь готовым к отдаче. При ветрах с курсовым углом меньше 70° применять данный способ нецелесообразно.

Отвал тем или иным способом невозможен, если ветровой момент $M_в$ равен или больше суммы моментов, разворачивающих судно на ветер, $\Sigma M_с$, т. е. $M_в = \Sigma M_с$.

$\Sigma M_с$ определяется по формуле

$$\frac{1}{2} C_у \rho_в S_\beta v_в^2 k^2 l \sin\beta = \Sigma' M_с, \qquad (4.3)$$

где $C_у$ — коэффициент;

β — курсовой угол ветра;

$\rho_в$ — плотность воздуха;

$v_в$ — скорость ветра;

k — коэффициент, учитывающий изменение ветра по высоте;

l — расстояние от точки вращения до центра парусности.

Тогда скорость ветра, при которой отвал данным способом невозможен, будет равна

$$v_в = \sqrt{\frac{2\Sigma M_с}{C_у \rho_в S_\beta k^2 l \sin\beta}}. \qquad (5.3)$$

По формуле (5.3) можно определить предельные скорости ветра для каждого способа отвала судна. Зная скорость ветра в момент отвала, можно сразу выбрать лучший способ отвала своими средствами или, при очень сильных ветрах, воспользоваться помощью других судов.

Для выбора способа отвала можно использовать прибор «Указатель маневров при ветре», с помощью которого судоводитель быстро принимает правильное решение.

При наличии течения отвалы при навальном ветре упрощаются. Величина ветрового момента уменьшается за счет действия момента от течения, который направлен в сторону, противоположную навальному ветру. Отвалы на переднем ходу, с якорем и на заднем ходу выполняются так же, как и при отсутст-

вии течения. Отвалы с выдвигом судна выше причала и с упором носа судна в берег при наличии течения не применяются. На судах с бортовыми колесами применяется отвал на переднем ходу с предварительным выдвигом кормы судна ниже причала.

На винтовых судах эффективным способом является способ отвала «на отрыв», состоящий в том, что после отдачи всех швартовых, работая машинами на передний ход, смещают судно вдоль причала на 10—15 *м*. Затем машинам дают задний ход. Как только судно получит небольшую скорость, начинают гасить инерцию заднего хода работой всех машин на передний ход с перекладкой руля на борт в сторону от причала. Если к моменту остановки судно развернется на угол 20—25° и угловая скорость поворота будет увеличиваться, отвал можно продолжать. В случае, если к моменту остановки судно разворачивается на ветер слабо и оно успевает развернуться только на угол 10—15°, следует остановить машины и не применять данный способ.

При сильных навальных ветрах на грузо-пассажирском судне с большой парусностью отвал производится с помощью рейдового буксировщика.

§ 4. УПРАВЛЕНИЕ СУДНОМ ПРИ ПРИВАЛАХ

Подготовка к привалу

Операции по посадке и высадке пассажиров, погрузке и выгрузке грузов производятся у дебаркадеров, причальных стенок и эстакад и в редких случаях у естественного берега. Привалом называют маневр судна, связанный с подходом к причалу, другому судну или к берегу для производства пассажирских, грузовых операций или для выполнения специального задания.

При привалах судоводитель должен учитывать:

1) величину инерции судна при данной загрузке;
2) направление и скорость течения и ветра;
3) конструктивные особенности судна и причала;
4) занятость причальной линии и акватории вблизи причала другими судами.

До начала привала вахтенный начальник должен произвести следующую подготовку:

1) на грузо-пассажирском судне—оповестить пассажиров по радио или с помощью вахтенного матроса (проводника) о названии порта или пристани и о продолжительности стоянки;
2) подготовить к сдаче грузовые документы, груз и багаж, идущий в адрес данного порта (пристани);
3) подготовить сведения о наличии свободных пассажирских мест и о количестве груза на борту;

4) выбрать способ привала, сообразуясь с конкретными условиями;

5) подготовить к работе швартовные и подруливающие устройства, якоря и кранцы.

Привал против течения

На свободных реках привалы обычно производятся против течения независимо от направления движения судна (вверх или вниз), за исключением случаев, когда по путевым условиям оборот при движении по течению сделать невозможно. Таким образом, на свободных реках применяются два способа привалов — привал против течения и привал по течению.

Против течения могут быть три способа привала (рис. 58).

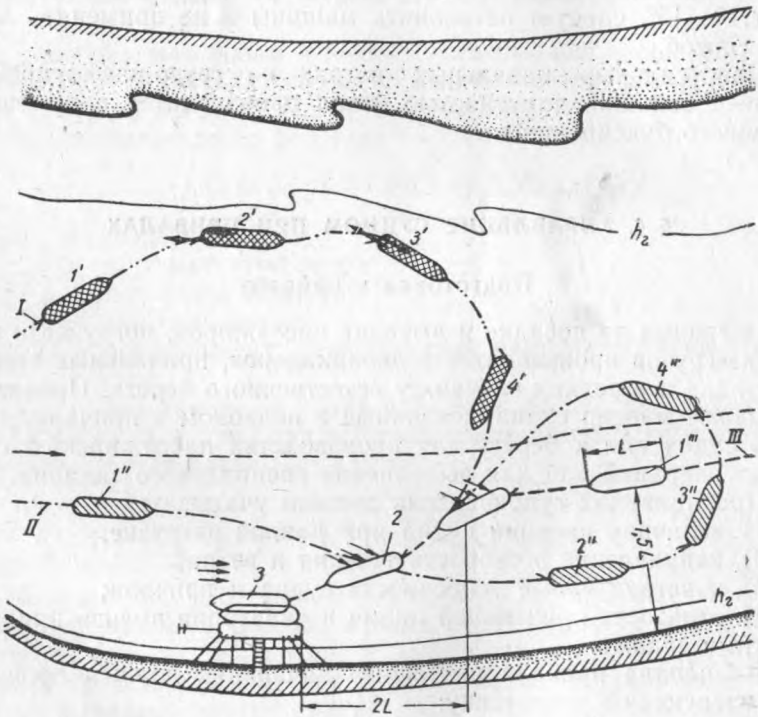


Рис. 58. Способы привалов в зависимости от направления движения судна в отношении течения и габаритов судового хода

1. *Привал с оборотом в сторону дебаркадера (причала)* применяется при движении судна по течению. Как правило, дебаркадеры стоят у глубоководных берегов. В этом случае оборот

начинается на траверзе дебаркадера. Диаметр циркуляции судна здесь будет увеличен, так как оборот совершается из тиховода на стрежень.

Такой оборот применяется в том случае, если габариты судового хода по ширине значительно превосходят диаметр циркуляции судна.

2. *Привал с оборотом от дебаркадера (причала)* начинается обычно оборотом ниже дебаркадера. Применяется этот маневр в случаях, когда габариты судового хода не позволяют сделать оборотов в сторону дебаркадера. В некоторых случаях оборот производится выше дебаркадера с последующим спуском судна задним ходом ниже его.

3. *Привал без оборота* производится в случае, если судно движется против течения и до начала привала идет на расстоянии одной—двух длин от берега. Двухвинтовые суда подходят обычно на машине со стороны причала, машину противоположного борта приготавливают для работы назад. На трехвинтовом судне лучше всего подходить на средней машине, обеспечивающей лучшую управляемость. У судов с бортовыми колесами и у одновинтовых судов двигатель должен работать вперед самым малым ходом. На расстоянии около 2—3 длин судна от дебаркадера судно направляют на носовое плечо дебаркадера или несколько выше. При подходе судна носом к корме дебаркадера судно направляют параллельно причалу. В это время или несколько раньше, в зависимости от инерции судна, приступают к гашению инерции. На двух- и трехвинтовых судах увеличивают обороты машины, работающей на задний ход, а обороты машины, работающей вперед, снижают. На судах с бортовыми колесами и одновинтовых судах машину останавливают и затем дают задний ход. Инерция судна гасится с таким расчетом, чтобы судно остановилось в тот момент, когда пролет судна был несколько выше пролета дебаркадера. Интервал между бортом судна и бортом дебаркадера должен быть возможно меньшим. При привале на крупнотоннажных судах не следует стремиться подходить к причалу вплотную, так как небольшое запаздывание в гашении инерции может привести к удару. Необходимо помнить, что на одновинтовых судах при работе машины на задний ход происходит отклонение носа в сторону, одноименную с направлением вращения винта. К моменту остановки судна подаются носовой и кормовой швартовы. По команде вахтенного начальника выбирают носовой швартов, руль перекладывают в сторону от причала, судно сближается с дебаркадером вплотную, и подают средний и обратный швартовы. Затем, регулируя работу машин, выравнивают пролеты судна и дебаркадера, выбирают слабину швартовых и завертывают их. Подается трап, и привал заканчивается.

Привал против течения при навальном ветре

При привале в сильный навальный ветер могут применяться два способа (рис. 59):

I. привал с оборотом от дебаркадера;

II. привал без оборота.

Первый способ применяется при движении по течению, второй — против течения.

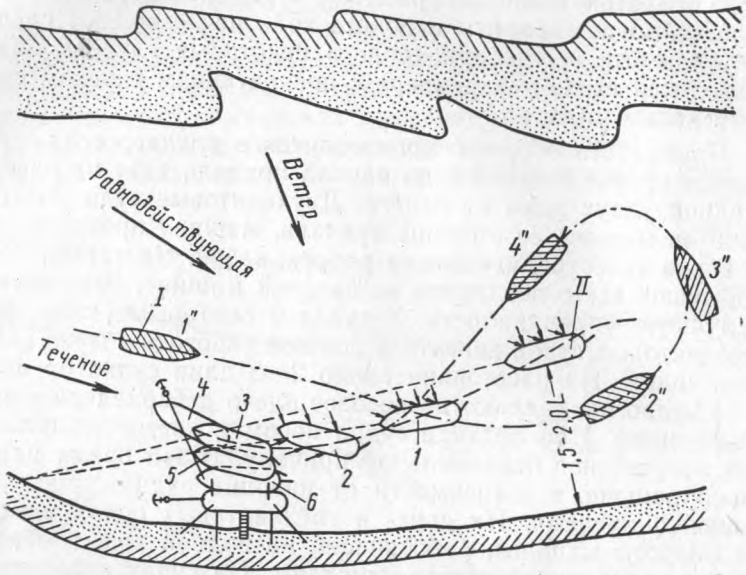


Рис. 59. Привалы против течения при навальном ветре

Маневр подхода и привала при сильном навальном ветре выполняется на бо́льших скоростях, чем маневр подхода и привала при отсутствии ветра.

Маневрирование машинами в зависимости от числа и рода движителей производится так же, как и при привале в штиль. На расстоянии двух—трех длин судна от дебаркадера курс избирается с учетом величины дрейфа, несколько выше причала. При подходе к дебаркадеру на расстояние примерно около одной длины судна руль перекладывают в сторону от причала и судно плавно выводят на направление, близкое к направлению равнодействующей между ветром и течением для данного типа судна. Судно в это время движется малым ходом. Когда судно будет подходить к траверзу дебаркадера, приступают к гашению инерции. Судно проходит выше дебаркадера примерно на половину длины судна. После остановки судна отдается носовой якорь с борта, противоположного причалу. Периодически потравливая якорную цепь, подводят корму судна к де-

баркадеру. Если держащей силы якоря недостаточно для удержания судна, включаются подруливающие устройства или дается кратковременный ход вперед, а руль перекладывается на несколько градусов в сторону причала, и дрейф кормы прекращается. С кормы судна для смягчения возможного удара следует спустить кранец. После подхода кормы к дебаркадеру якорную цепь травят, и судно подходит к причалу всем бортом. После этого подают швартовы, с помощью машин выравнивают пролет судна с пролетом дебаркадера и подают трап.

Привал против течения при отвальном ветре

Во время отвального ветра могут применяться два вида привала (рис. 60): 1 — привал с оборотом в сторону дебаркадера

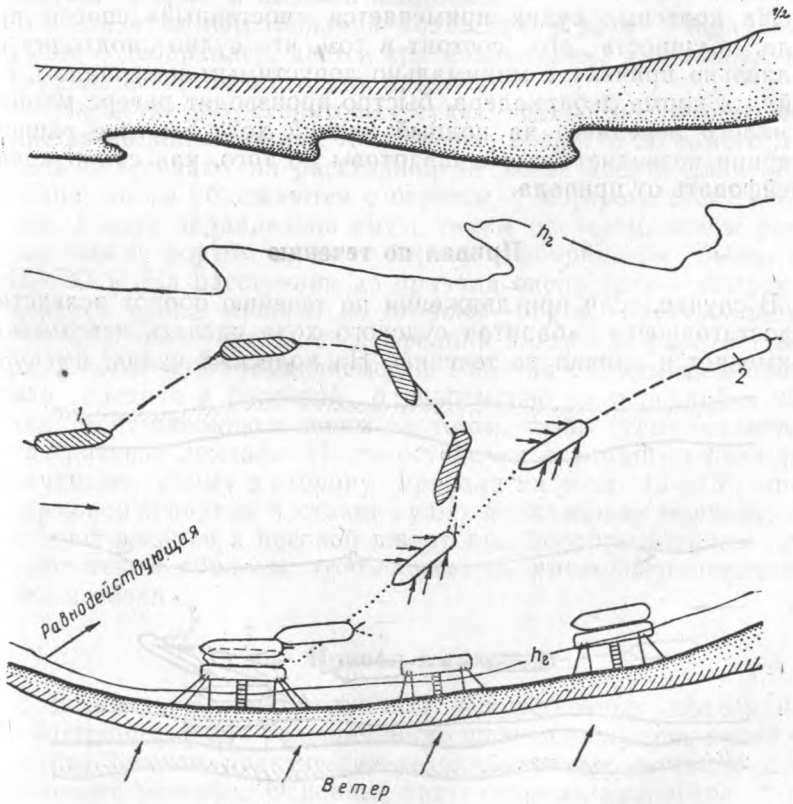


Рис. 60. Привалы против течения при отвальном ветре

(при движении по течению); 2 — привал без оборота (при движении против течения).

Приблизившись к дебаркадеру на малом ходу на расстояние двух—трех длин судна, курс избирают на кормовое плечо дебаркадера с таким расчетом, чтобы диаметральная плоскость судна составляла с направлением равнодействующей сил течения и ветра возможно меньший угол. В этом случае судно имеет наименьший дрейф. По мере приближения к дебаркадеру перекладывают руль в сторону стрежня для того, чтобы судно двигалось по кривой траектории, касательной к которой является борт дебаркадера (этот способ называется «с раскатом»). В это же время приступают к гашению инерции. Затем подаются швартовы, с помощью которых, работая машинами одновременно на передний и задний ход, подводят судно вплотную к дебаркадеру. При привалах в отвальный ветер большую роль играет незамедлительная подача носового и кормового швартовых.

На колесных судах применяется «постенный» способ привала. Сущность его состоит в том, что судно подходит параллельно причалу с минимально допустимым интервалом. Подойдя к корме дебаркадера, быстро производят реверс машины с малого переднего на полный задний ход. Быстрое гашение инерции позволяет подать швартовы до того, как судно начнет дрейфовать от причала.

Привал по течению

В случае, если при движении по течению оборот вследствие недостаточности габаритов судового хода сделать невозможно, применяется привал по течению. На колесных судах, имеющих

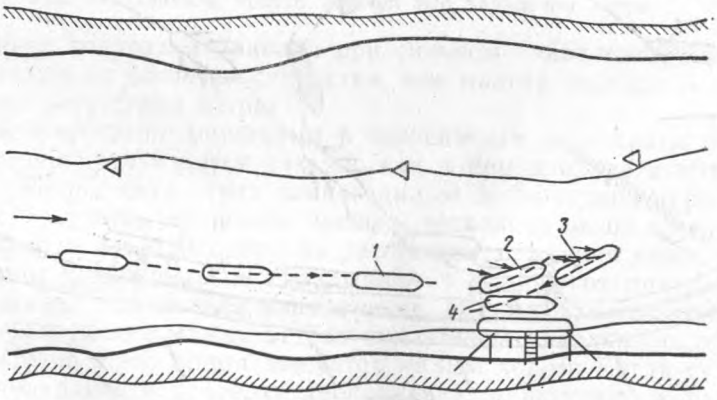


Рис. 61. Схема привала по течению

управляемость на заднем ходу лучшую по сравнению с управляемостью на заднем ходу у винтовых судов, привал по течению производится на заднем ходу (рис. 61). Судно проходит

мимо дебаркадера на малом ходу на расстоянии около 40—50 *м*. Спустившись ниже дебаркадера на расстояние около половины длины судна, руль перекладывают в сторону от дебаркадера, и как только судно начнет поворот, машину останавливают и дают задний ход. Во время гашения инерции корму судна направляют несколько выше носового плеча дебаркадера. Угол между диаметральной плоскостью и причальной линией к моменту остановки судна не должен превышать 10—15°. При движении к дебаркадеру задним ходом руль перекладывается от дебаркадера, чтобы судно по мере подхода к нему разворачивалось параллельно течению. Затем судно останавливают, чтобы пролет судна был выше пролета дебаркадера на 4—5 *м*, и подают кормовой швартов. Корма судна с помощью кормового швартова подводится вплотную к причалу, после чего подаются средние и носовой швартовы.

Если в момент подхода создается угроза удара кормой судна о дебаркадер, дается кратковременный ход вперед и руль перекладывается в сторону причала.

На двух- и трехвинтовых судах привал по течению выполняется несколько иначе. К снижению скорости до самого малого хода приступают на расстоянии не менее десяти длин корпуса судна. Затем сближаются с берегом, у которого стоит дебаркадер, и идут параллельно ему с таким расчетом, чтобы расстояние между бортом судна и бортом дебаркадера было около 15—20 *м*. На расстоянии до причала около трех—четырех длин корпуса судна машине со стороны борта, противоположного причалу, дают задний ход. Средний двигатель работает вперед для обеспечения управляемости. Работая бортовыми машинами, или средней и бортовой одновременно на передний и задний ход, гасят инерцию с таким расчетом, чтобы судно остановилось на траверзе причала. После остановки с помощью руля разворачивают корму в сторону причала на угол 10—15°, подают кормовой швартов и ставят судно параллельно причалу, затем подают средние и носовой швартовы. Обороты машины регулируют таким образом, чтобы судно не имело перемещений вперед и назад.

Привал в тиховоде

В связи со строительством искусственных водохранилищ в настоящее время большая часть шлюзованных рек имеет очень слабое течение, практически не оказывающее влияния на выполнение маневра. Основные типы современных судов, плавающих на шлюзованных реках и водохранилищах, это двух- и трехвинтовые суда. Особенности, которые нужно учитывать во время привалов, следующие.

Эти суда имеют большую осадку и большое водоизмещение; тормозной путь значителен (пять—шесть длин судна) по срав-

нению с колесными судами. Следовательно, скорость хода во время привалов винтовых судов должна быть меньше, чем скорость колесных.

Исключение составляют суда на подводных крыльях. Обладая небольшим водоизмещением и мощными двигателями, суда на подводных крыльях гасят инерцию очень интенсивно, поэтому привалы выполняются на значительной скорости (18—22 *км/час*). Кроме того, новые типы судов («Волго-Дон», «Октябрьская революция», «Родина») имеют высокий борт в носовой части, имеющий овальную форму. Фальшборт палуб этих судов обычно выше причала. Поэтому подходить к причалу под углом к причальной линии не рекомендуется, так как навал носа судна на дебаркадер может привести к повреждению судна и дебаркадера. На расстоянии около десяти—двенадцати длин судна до причала приступают к постепенному снижению скорости хода до самого малого и сближаются с берегом, у которого стоит причал (рис. 62).

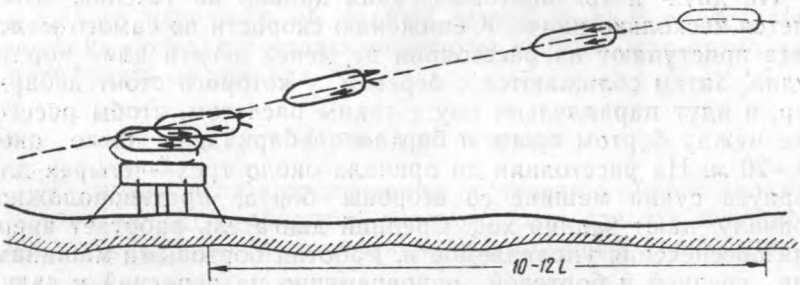


Рис. 62. Схема привала при отсутствии течения на шлюзованной реке или водохранилище

На расстоянии от причала около пяти—шести длин корпуса судна останавливают средний двигатель. На двухвинтовом судне останавливают стрежневой двигатель. В дальнейшем средний двигатель используется для гашения инерции. Затем стрежневому двигателю дают задний ход и судно направляют выше носового плеча дебаркадера. По мере приближения к дебаркадеру обороты машины, работающей на задний ход, увеличивают с таким расчетом, чтобы судно остановилось на траверзе причала. Между бортом судна и причальной линией должен быть интервал не менее 5—6 *м*.

В это время включается носовое подруливающее устройство в сторону причала. За счет силы упора подруливающего устройства и силы давления на перо руля судно перемещается к причалу всем бортом. В это время подаются швартовы. При отсутствии подруливающего устройства его функции выполняет носовой швартов. Как только борт судна подойдет вплотную к при-

чалу, подаются средние швартовы, и если пролеты судна и причала совпадают, машины останавливают и привал заканчивается. Если пролет судна оказался ниже пролета дебаркадера, снижают обороты машине, работающей на задний ход, или увеличивают обороты машине, работающей на передний ход. Если пролет судна оказался выше пролета причала, — поступают наоборот.

При привалах к небольшим причалам, расположенным вблизи вогнутых берегов, возникает угроза повреждения винта бортовой машины со стороны берега или подводной отмели. В таких случаях особенно необходимо работать одновременно на передний и задний ход средней и стрежневой машинами.

Привалы в тиховоде при отвальных ветрах

Выбор способа привала в тиховоде зависит от скорости и направления ветра.

Следует различать три направления отвального ветра (рис. 63) относительно курса судна:

1) встречно-отвальный с курсовым углом 0—60°;

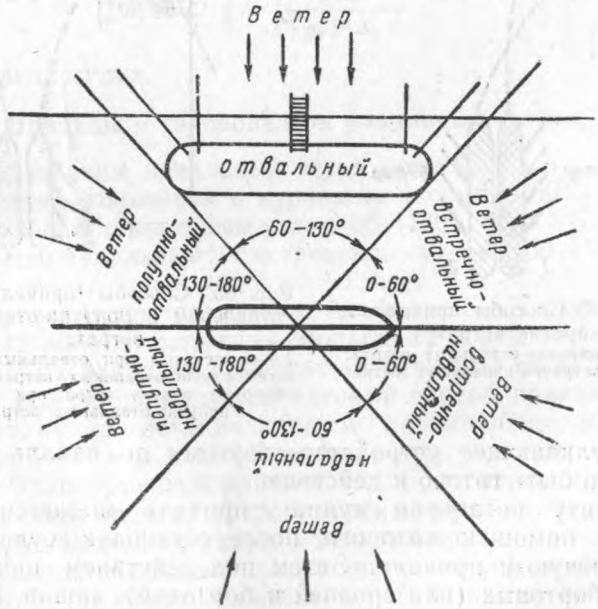


Рис. 63. Названия направлений ветра по отношению к причалу

2) отвальный с курсовым углом 60—130°;

3) попутно-отвальный с курсовым углом 130—180°.

При встречно-отвальном ветре лучшим и наиболее безопасным является привал против ветра, т. е. курсовой угол ветра

должен быть равен нулю (рис. 64). Во избежание повреждений причала и судна от несвоевременно погашенной инерции во время подходов под большим углом к причальной линии судно следует направлять несколько выше причала. Необходимо помнить, что чем точнее выведено судно на направление против ветра, тем меньшую скорость движения можно иметь на подходе к причалу и тем безопаснее будет маневр. В случае потери управляемости при сильных ветрах большую пользу может ока-

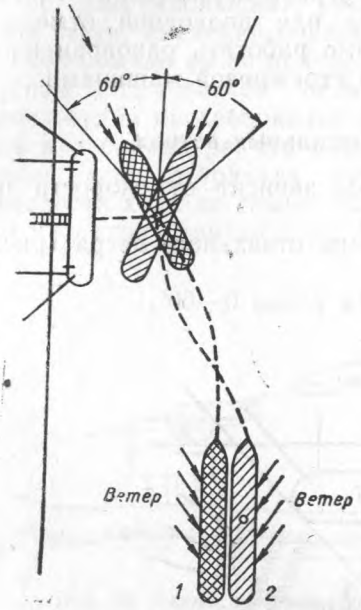


Рис. 64. Способы привалов «против ветра»:
1 — при встречно-отвальных ветрах;
2 — при встречно-навальных ветрах

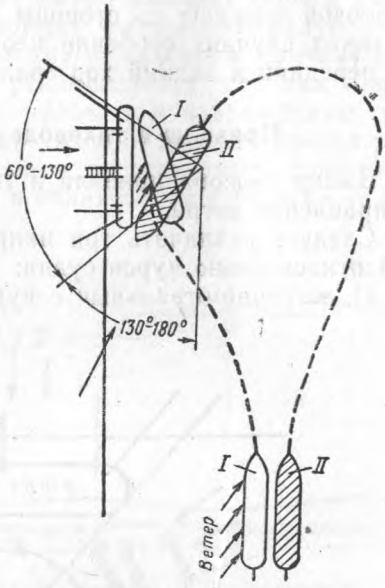


Рис. 65. Способы привалов при отвальном и попутно-отвальном ветрах:
I — с раскатом при отвальных и слабых попутно-отвальных ветрах; *II* — с оборотом против ветра при сильных попутно-отвальных ветрах

зать подруливающее устройство, поэтому до начала маневра оно должно быть готово к действию.

К моменту остановки судна у причала подается носовой швартов, с помощью которого, после остановки, судно подводится вплотную к причалу. Затем под действием вращающих моментов бортовых (или средней и бортовой) машин, работающих одновременно на передний и задний ход и рулей, судно разворачивается параллельно причальной линии и подаются средние и кормовой швартовы. На колесных судах для сближения судна с причалом при сильных ветрах подается носовой и средний швартовы. Работая машинами на передний или задний ход, за счет натяжения среднего швартова, судно подводится вплотную к причалу.

Отвальные ветры с направлением от 60 до 130° оказывают меньшее влияние на условия привала судна, так как бо́льшая часть причалов защищена от ветра высоким берегом, постройками и надстройкой дебаркадера. При таком направлении ветра хорошие результаты дает способ привала «с раскатом».

Наибольшие затруднения вызывает привал при попутно-отвальном ветре.

В зависимости от скорости попутно-отвального ветра могут быть два способа привала: 1) «с раскатом» и 2) «с оборотом» (рис. 65). Если скорость попутно-отвального ветра велика, то следует сделать оборот и подходить против ветра. Если скорость ветра невелика, то следует применить способ привала «с раскатом».

Для успешного выполнения маневров, связанных с привалами и отвалами, каждый судоводитель должен знать граничное значение силы ветра, при которой эффективен способ привала «с раскатом» и свыше которой необходимо уже применять способ привала «с оборотом». Эту скорость можно определить по формуле

$$v_в = 2\sqrt{\frac{\Sigma M_c}{C_y \rho_в k^2 S_в L}}, \qquad (6.3)$$

где L — длина судна.

Привалы в тиховоде при навальных ветрах

По направлению навальный ветер может быть:

1) встречно-навальный с курсовым углом 0—60°;

2) навальный с курсовым углом 60—130°;

3) попутно-навальный с курсовым углом 130—180° (см. рис. 63).

По скорости ветры различают: слабые — 5—7 *м/сек*; умеренные — 7—12 *м/сек* и сильные — больше 12 *м/сек*.

При слабых навальных ветрах независимо от их направления почти всегда применяется лаговый способ привала без отдачи якоря: судно останавливается параллельно причалу на расстоянии 5—7 *м* и под действием ветра подходит к причалу (рис. 66). Одновременной работой машин на передний и задний ход, подруливающими устройствами и рулями нос и корма судна удерживаются от удара о дебаркадер.

При средних и сильных ветрах привал осуществляется с отдачей одного или обоих носовых якорей, а иногда и кормового. Здесь могут быть применены два способа:

1) лаговый с отдачей якоря;

2) с удержанием судна под острым курсовым углом к ветру и отдачей якоря.

Первый способ применяется при умеренном ветре и состоит в следующем. Судно останавливают с расстоянием по траверзу

между бортом судна и причалом около половины длины судна и несколько выше причала, если ветер встречный (см. рис. 66), и ниже причала, если ветер попутный. Со стрежневого борта отдается носовой якорь.

После того, как якорная цепь натянется с помощью бортовых (или средней и бортовой) машин, работающих одновременно на передний и задний ход, и руля, переложенного в сторону причала, удерживают корму судна. После того как корма соприкоснется с причалом, выравнивают пролеты и подают швартовы. Якорную цепь во время стоянок нужно потравить, чтобы она не мешала привалу других судов.

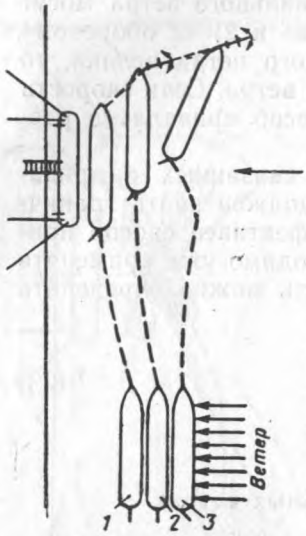


Рис. 66. Способы привалов при навальном ветре:
1 — лаговый без якоря при слабых ветрах (до 7 *м/сек*); *2* — лаговый с якорем при ветрах средней силы (от 7 до 12 *м/сек*); *3* — с удержанием судна под определенным курсовым углом к ветру

Второй способ применяется при сильном ветре и заключается в том, что судно подходит к дебаркадеру под возможно меньшим курсовым углом ветра (см. рис. 66).

Если навальный ветер направлен к причалу под углом меньше 90°, то привал выполняется с удержанием носа судна на ветер. Если навальный ветер направлен под углом к причальной линии больше 90°, то привал выполняется с удержанием кормы на ветер, т. е. судно подходит к дебаркадеру носом. Естественно, что применять этот способ могут только суда, имеющие привальный брус в носовой части судна, поэтому на современных судах типов «Родина», «Октябрьская революция» или «Волго-Дон» его применять не рекомендуется. Если привал носом к дебаркадеру невозможен, необходимо сделать оборот.

Привал с удержанием носа на ветер производится следующим образом. При подходе к причалу скорость хода снижается, но настолько, чтобы судно не теряло управляемости, при этом нос судна направляют на ветер и одновременно приступают к гашению инерции. Затем отдают носовой якорь. Якорь должен быть отдан на траверзном расстоянии от причала не менее 1,5 длины корпуса судна.

После натяжения якорной цепи продолжают разворачивать корму под ветер, добиваясь того, чтобы нос судна был неподвижен. В это время курсовой угол к ветру обычно не превышает 30—40°. Затем дрейф кормы удерживают рулем, машинами, ПУ. Если с помощью машин и руля прекратить дрейф кормы в сторону причала невозможно, то следует отдать кормовой якорь.

После подхода кормы к причалу травят якорную цепь носового якоря, и борт судна сближается с причалом.

Привал носом к причалу в условиях навального ветра производится следующим образом. При подходе к причалу на малом ходу курс судна избирают на расстоянии примерно двух длин корпуса судна, нос судна направляют несколько выше носового плеча дебаркадера на 0,5—1 ширины судна и дают машинам задний ход. С уменьшением инерции переднего хода отдают носовой якорь и продолжают движение к причалу под углом, равным углу между направлением ветра и причальной линией, с натянутой якорной цепью. До касания носа судна к причалу с помощью якоря и заднего хода машин полностью прекращают движение вперед. В это время подают носовой швартов и затем подводят нос судна к причалу. После привала носа под действием ветра судно подходит к причалу всем бортом (рис. 67).

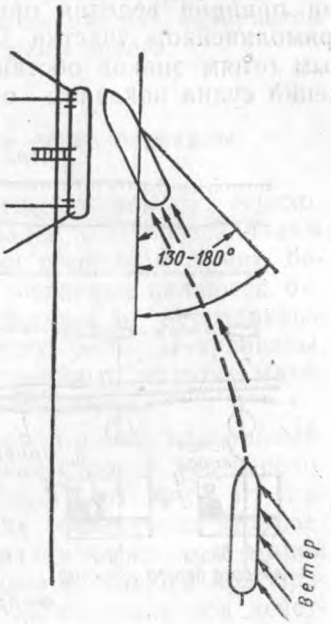


Рис. 67. Способ привала «по ветру» при попутно-навальном ветре

§ 5. УПРАВЛЕНИЕ СУДАМИ ПРИ ДВИЖЕНИИ В ПЛЕСОВЫХ УЧАСТКАХ

Участки водных путей с большими габаритами судового хода (шириной, глубиной и радиусами закруглений), значительно превышающими гарантийные, называют плесовыми участками.

Для обеспечения безопасного движения в плесовых участках судоводитель должен знать:

1) правила плавания на внутренних судоходных путях;

2) расположение судового хода;

3) место судна относительно судового хода и направление движения.

В зависимости от очертаний русла плесовые участки бывают прямолинейные и криволинейные.

Ориентирами, указывающими расположение судового хода относительно берегов, являются знаки судоходной обстановки. Их число зависит от сложности судоходных условий. В темные ночи ориентировка может производиться и по траверзному расстоянию между судном и берегом путем подсветки берега прожектором. Судоводителю важно знать ориентиры, с помощью которых определяется поворот судового хода. Такими ориенти-

рами являются форма берега, растительность, знаки береговой и плавучей обстановки. Чтобы уверенно и быстро опознать знак судоходной обстановки, нужно точно знать схему расстановки знаков на участке.

При движении по прямолинейному участку следует выдерживать постоянный интервал между бортом судна и ходовым берегом и избегать частых перекладок руля. На рис. 68 показан принцип ведения ориентировки и управления судном на прямолинейном участке. Ориентировка производится по видимым огням знаков обстановки. Для шести характерных положений судна показаны ориентиры, которые видит судоводи-

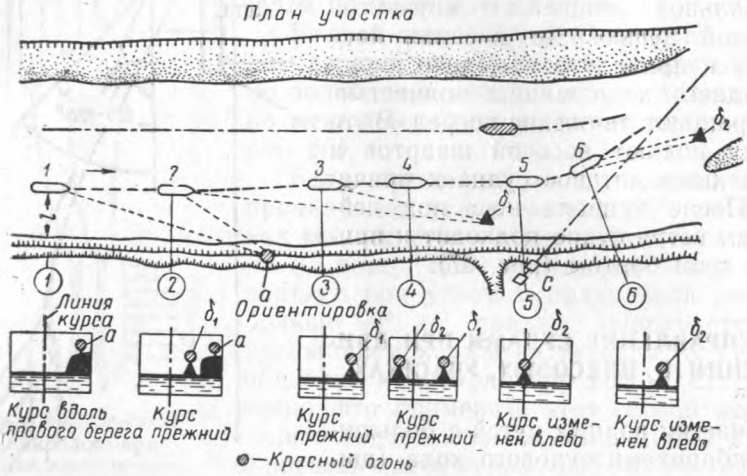


Рис. 68. Схема проводки судна и ведения ориентировки на прямолинейном участке при движении по течению ночью:
а — ходовой знак; $б_1$, $б_2$ — красные бакены; *С* — створы

тель в перспективе из рубки судна ночью. Положение носового флагштока в отношении ориентиров или курс судна показан штрихпунктирной линией. В положении *1* судно следует параллельно берегу с определенным интервалом. Правее мачты виден огонь ходового знака (см. положение *1*).

В положении *2* правее мачты обнаружен более тусклый огонь красного бакена. В курс судна изменений не вносится, так как этот огонь должен быть оставлен справа.

В положении *3* ходовой знак пройден, остается один огонь красного бакена; курс прежний, но следует приступить к поиску следующих ориентиров. Для самопроверки ориентировку судна необходимо производить, по возможности, по нескольким ориентирам.

В положении *4* левее курса обнаружен огонь второго красного бакена, но курс судна не изменяется, так как нужно дойти

до траверза первого красного бакена и только после этого изменять курс в соответствии с новым ориентиром.

В положении *5* судоводитель производит поиск створного знака за кормой судна, ориентиров впереди курса и плавно поворачивает судно влево до тех пор, пока красный бакен не будет справа (положение *6*).

При движении против течения ориентировка производится аналогично, но курс судна, как показано на рис. 68, избирается дальше от ходового берега у тиховода левого берега.

Управление судами при движении через перевалы

Перевалом называют участок реки, где судовой ход переходит от одного берега к другому. Перевалы обычно возникают на перегибах русла между двумя ярами правого и левого берегов. Типичными знаками ограждения перевала являются бакены, ограждающие песчаные косы, створные и перевальные знаки. Повороты на перевал обычно имеют радиусы кривизны, в несколько раз превышающие гарантированные, поэтому маневрирование на перевале не вызывает затруднений.

Следует различать два вида перевалов: горный, или правый, и луговой, или левый. На горном перевале судовой ход переходит от лугового в сторону горного берега, на луговом — от горного в сторону лугового берега. В целях обеспечения безопасного двухстороннего движения судно из тиховода у песчаной косы выпуклого берега переходит в тиховод горного яра правой стороной судового хода. При этом на перевале под действием струй течения, направленных от песков ухвостья правой косы, судно будет сносить в левую сторону (рис. 69). Поэтому при заходе на горный перевал судоводитель сближается с поворотным бакеном ($Б_1$ на рис. 69) и подходит на его траверзе близко к правой кромке судового хода. После поворота курс избирается на створный или перевальный знак (положение *1*, на рис. 69). Положение створных огней в отношении линии курса будет несколько в расстворе. По мере приближения к створным знакам за счет дрейфа, вызванного центробежными силами во время поворота и сноса течением, направленным в стороны оси судового хода, расстворе створных знаков уменьшается. Для того чтобы удержать судно на правой стороне судового хода, курс судна несколько изменяется вправо (положение *2* на рис. 69). При движении вниз по луговому перевалу нужно в начале перевала, ориентируясь при повороте кормовыми створами, вывести судно на луговые створы (положение *3*, на рис. 69), а затем сразу же изменить курс правее створа. При наличии красного бакена (положение $Б_3$, на рис. 69) на луговом перевале курс судна избирается приблизительно посредине

между бакеном и створами (положение *4*). Курс судна при движении на перевалах против течения указан на рис. 69. Для

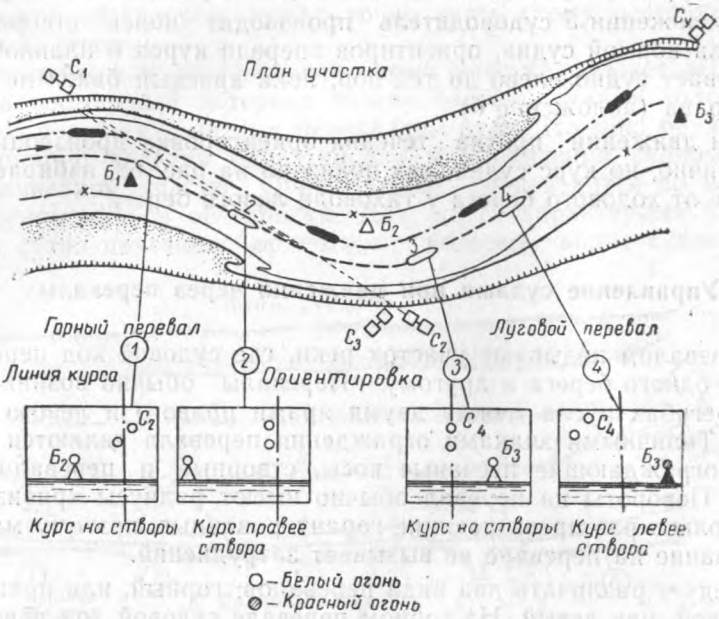


Рис. 69. Схема проводки судна и ведения ориентировки на перевалах при движении вниз ночью

обеспечения движения по левой стороне судового хода судоводитель должен руководствоваться описанным выше принципом.

§ 6. УПРАВЛЕНИЕ СУДАМИ ПРИ ДВИЖЕНИИ ЧЕРЕЗ ПЕРЕКАТЫ

После спада весеннего половодья глубины на перекатах становятся меньше, судовой ход обставляется меженной судоходной обстановкой. Типичная схема меженной обстановки переката показана на рис. 70. В отличие от перевалов перекаты имеют более крутые подходы, меньшие глубину и ширину судового хода. При подходе к перекату судоводитель должен установить по сигнальной мачте глубину на перекате и сравнить ее с осадкой судна с тем, чтобы убедиться в наличии необходимого запаса воды под днищем. Согласно Правилам плавания запасы воды под днищем при прохождении мелководных участков должны быть не меньше 20 *см* при глубине более 3 *м*, 15 *см* при глубине от 1,5 до 3 *м* и 10 *см* при глубине менее 1,5 *м*.

Если глубина воды на перекате меньше полуторной осадки судна, то до подхода к перекату нужно снизить скорость движения.

Для того чтобы правильно выполнить маневр захода на перекат, судоводитель должен учесть наличие встречных или об-

гоняемых судов, расположение знаков судоходной обстановки, характерных особенностей переката.

При движении снизу следует убедиться в отсутствии на подходе к перекату судов и составов, идущих по течению. В случае невозможности расхождения наиболее безопасным местом отстоя снизу идущего судна является тиховод у косы или побочня в нижней плесовой лощине переката (см. рис. 69, *А*). Если пе-

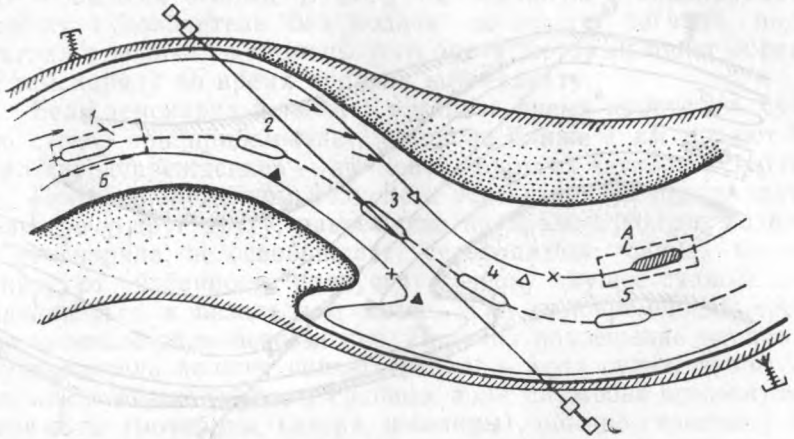


Рис. 70. Схема проводки судна через перекат при движении по течению

рекат уже занят судном или составом, идущим снизу, а габариты судового хода на перекате не обеспечивают безопасного расхождения судов, то безопасным местом стоянки судна, идущего сверху, является тиховод у косы *Б* (см. рис. 70). При пропуске состава или во время сильных бортовых ветров стоянка производится на якорях. При движении по течению поворот на перекат начинают не доходя до створной линии, ориентируясь по верхнему поворотному бакену верхней песчаной косы переката. Во время поворота (положения *1* и *2* на рис. 70) дрейф от центробежных сил и течения будет направлен в сторону вогнутого берега.

Поворот выполняется так, чтобы судно вышло на створную линию приблизительно еще до середины переката (положение *3*). Затем, ориентируясь по нижнему бакену нижней косы переката, начинают поворот со створа в плесовую лощину (положение *4*). В этот момент судно получает дрейф в сторону яра. Своевременно начатый поворот судна при выходе из переката исключает возможность навала его на яр нижней плесовой лощины. После выхода из переката (положение *5*) скорость хода увеличивают до полного.

При движении против течения заход на перекат (рис. 71, положения *1* и *2*) выполняется под углом к подвалью переката

более 60°. Чем меньше запас воды под днищем, тем меньше должна быть скорость судна и больше угол подхода к подвалью переката.

При остром угле подхода на носовую часть судна со стороны нижней косы действуют быстрые струи течения. Давление этих струй создает поворачивающий момент в сторону верхних песков. Кроме того, отраженные от подвалья волны судна бу-

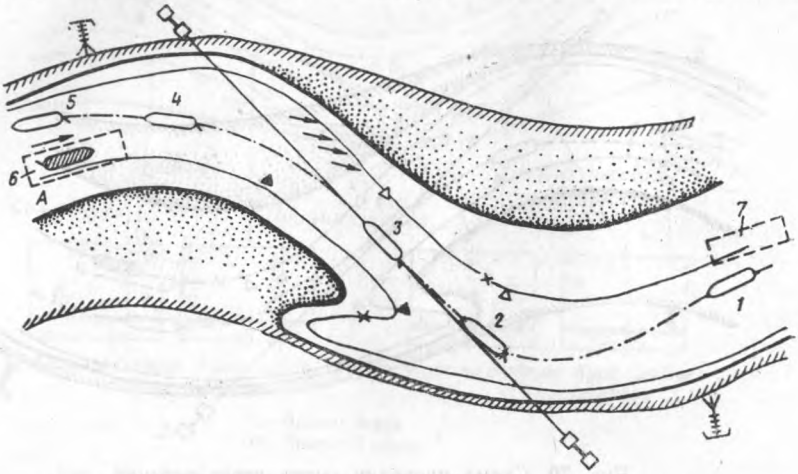


Рис. 71. Схема проводки судна через перекат при движении против течения:
А — безопасное место стоянки сверху идущего судна или состава при пропуске через перекат судна, идущего против течения

дут создавать повышенное давление воды в носовой части судна и поворачивающий момент, направленный в ту же сторону. Величина этого момента будет тем больше, чем круче подвалье и мелководнее перекат, больше скорость движения и осадка судна и острее угол подхода судна к подвалью переката.

В результате действия этих поворачивающих моментов судно может рыскнуть в сторону затонской части переката.

При подходе к подвалью переката судно выводят на створную линию и следуют по ней. При выходе из переката поворачивают, ориентируясь по верхнему бакену верхней косы переката (положение *3*). Если при подходе к перекату скорость хода была снижена, то после выхода из переката она увеличивается.

Проводка судна мимо земснаряда, работающего на перекате

Наличие дноуглубительного снаряда на перекате осложняет проводку судов. При подходе к земснаряду на расстояние 1 *км*, при движении вниз и на расстояние 500 *м* при движении вверх запрашивают земснаряд о возможности пропуска судна

одним продолжительным звуковым сигналом. Если земснаряд может пропустить судно, то с него подают один продолжительный звуковой сигнал и отмашку с того борта, мимо которого должно пройти судно. Днем отмашку подают флагом, а ночью миганием двух горизонтально расположенных огней на высоте тента земснаряда. Если земснаряд пошел в сторону правого берега, мигание производится красным, а в сторону левого — белыми огнями. В ответ на поданную с земснаряда отмашку судоводитель без подачи звукового сигнала подает сигнал отмашки со стороны того борта, который будет обращен к земснаряду во время прохода по перекату.

Если земснаряд не может в данное время пропустить судно, то с него при приближении судна не ближе 1 *км* подают сигнал «предупреждение» — не менее коротких звуковых свистков.

При одновременном подходе к перекату двух судов, идущих навстречу друг другу, разрешение на право прохода, поданное с земснаряда, не освобождает судоводителя судна, идущего снизу, от обязанности пропускать сверху идущее судно и останавливаться в безопасном месте, если одновременный проход мимо земснаряда невозможен. Получив разрешение на проход, судоводитель должен снизить скорость хода судна, чтобы обезопасить от воздействия судовых волн служебно-вспомогательные суда (мотоботы, катера, шаланды), обычно стоящие у борта земснаряда, уменьшить рыскливость своего судна при движении по мелководью.

Поворот на перекат осуществляется с соблюдением требований, обязательных к выполнению при проводке судов через перекаты. При работе земснаряда на верхнем или нижнем конце прорези переката маневр поворота следует выполнять в плесовых лощинах ближе к яру с таким расчетом, чтобы до приближения к земснаряду поворот был закончен и судно двигалось по прямой.

При прохождении мимо земснаряда большую опасность представляют недостаточно ослабленные папильонажные тросы, обычно идущие поперек судового хода. Задевание корпусом судна за папильонажный трос при подходе к земснаряду может вызвать столкновение с земснарядом и повреждение его.

На крутых поворотах опасность может представлять и трос станового якоря, расположенный со стороны напорного ската переката. При приближении к земснаряду судоводитель должен обратить внимание на положение папильонажных тросов (не натянуты ли они) с тем, чтобы правильно определить интервал между бортом судна и земснарядом в момент прохождения. При движении по перекату судоводитель должен отклониться от оси судового хода в сторону, противоположную земснаряду, и внимательно наблюдать за правильностью курса судна.

После прохождения земснаряда и выхода из переката скорость движения увеличивается.

§ 7. УПРАВЛЕНИЕ СУДНОМ НА КРИВОЛИНЕЙНЫХ УЧАСТКАХ РЕК

На криволинейных участках рек в результате воздействия на водный поток центробежных сил возникает внутренняя поперечная циркуляция воды. Вогнутый берег размывается, и на противоположном берегу откладываются наносы. Ось судового хода на криволинейных участках проходит на расстоянии около трети ширины русла от вогнутого берега (яра). При движении по течению курс судна избирается там, где имеются наибольшие скорости течения. При движении против течения курс судна избирается по тиховодам. Однако следует использовать только глубоководные тиховоды, так как при небольших запасах воды под днищем потери скорости хода от увеличения сопротивления корпуса на мелководье будут больше приращения скорости за счет использования более слабых струй течения. Кроме того, при движении по мелководью увеличивается рыскливость судна, что также уменьшает скорость движения.

При движении по криволинейному участку руль перекладывают на такой угол, чтобы судно двигалось по кривой с радиусом, приблизительно равным радиусу кривизны судового хода. На судно в это время действует центробежная сила, направленная в сторону вогнутого берега. Судно движется с углом дрейфа. Естественными ориентирами в начале и конце вогнутого берега являются плечи яров, песчаные побочни и косы. В средней части обрывистый берег яра является хорошим естественным ориентиром днем и ночью. В начале и конце яра устанавливаются створные или перевальные знаки, а песчаные косы в конце обычно обставлены бакенами, которые выполняют функции поворотных. При большой протяженности яра на нем устанавливаются ходовые или створные знаки, работающие вдоль яра. В темные ночи в затемненных ярах осуществлять движение затруднительно. Если яр и его контуры не просматриваются, ориентировка ведется по плавучим знакам, ограждающим косы выпуклого берега, или по траверзному расстоянию до яра, при этом яр освещается прожектором.

Рассмотрим управление судном при движении по криволинейному правому берегу. После спуска в яр при движении по течению курс судна избирается по стрежню, т. е. на расстоянии примерно одной трети ширины ходовой полосы. Следуя вдоль яра, судоводитель определяет ориентиры нижнего плеча яра, где надо начинать поворот от яра. Естественными ориентирами обычно являются приверх побочня, являющегося продолжением яра, и уменьшение кривизны берега на плечах яра. Поворот от яра следует начинать не доходя до этих ориентиров. Более точными ориентирами, по которым определяется момент начала поворота, являются траверз перевального знака, створные знаки, поворотный бакен.

Необходимо помнить, что свал воды при выходе из яра направлен в сторону побочня, являющегося продолжением яра.

При движении по криволинейному участку против течения курс судна выбирается по тиховоду, т. е. ближе к выпуклому берегу. Поэтому главными ориентирами являются бакены выпуклого берега. В верхней части яра, как правило, ухвостье песчаных отложений отделено от яра затониной. Наличие двух— (белого и красного) бакенов на повороте указывает положение подвалья переката.

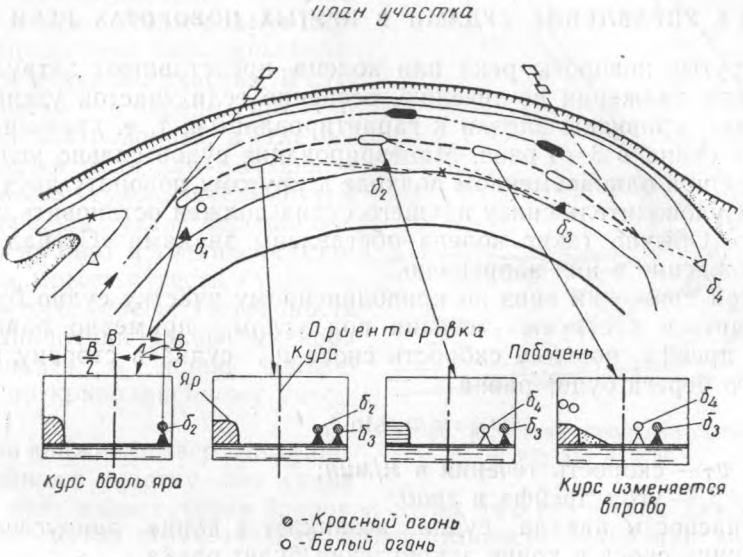


Рис. 72. Схема проводки судна и ведения ориентировки при движении по криволинейному участку по течению

На рис. 72 показаны схема проводки судна и ведение ориентировки в луговом яру в темное время суток при движении по течению и курс судна при движении против течения.

В положении 0 ориентирами являются расстояние до яра и красный бакен $б_2$. Далее судоводитель видит еще один красный бакен $б_3$, тогда как в рельефе и конфигурации левого берега между $б_2$ и $б_3$ заметных изменений нет. Расстояние до яра выдерживается прежним. В положении *3* обнаружен белый бакен правее мачты, берег прямо по курсу становится ниже и отложе, $б_3$ — поворотный бакен. Однако для того, чтобы подтвердить правильность этого заключения, судоводитель производит поиск береговых створных или перевальных знаков на яру. Открывшиеся белые огни створных знаков убеждают судоводителя в том, что $б_3$ — поворотный, и он начинает поворот от яра. В практике судовождения имелись случаи посадок на мель судов в результате того, что судоводитель целиком полагался

в ориентировке на плавучее ограждение, не контролировал ориентировку по нескольким ориентирам и из-за отсутствия на своем штатном месте поворотного бакена принимал ограждающий бакен $б_2$ за поворотный $б_3$. Из изложенного следует, что основным принципом безопасного судовождения должен быть принцип проверки и перепроверки. Воспитав в себе это качество, судоводитель может оградить себя от всяких неприятных случайностей.

§ 8. УПРАВЛЕНИЕ СУДАМИ В КРУТЫХ ПОВОРОТАХ РЕКИ

Крутые повороты реки или колена представляют затруднения при движении по течению, особенно если участок узкий и радиусы кривизны близки к гарантированным, т. е. превышают длину судна в 3—4 раза. Маневрирование судов сильно усложняется при одновременном подходе к крутому повороту двух судов. Судоводитель снизу идущего судна должен остановить свое судно. Обычно такие колена обставлены знаками «Сигнал» и расхождение в них запрещено.

При движении вниз по криволинейному участку судно будет находиться к струям течения под углом, примерно равным углу дрейфа, поэтому скорость сноса $v_{сн}$ судна в сторону вогнутого берега будет равна

$$v_{сн} = v_т \sin \beta_0, \tag{7.3}$$

где $v_т$ — скорость течения в *м/мин*;

β_0 — угол дрейфа в *град*.

Опасность навала судна возникает в конце закругления. Величина сноса в конце закругления будет равна

$$B_{сн} = v_{сн}\, t \text{ или } B_{сн} = v_{сн} \frac{l}{v}, \tag{8.3}$$

где t — время прохождения участка в *мин*;

l — длина закругления в *м*;

v — скорость движения судна в *м/мин*.

Чем больше скорость движения судна, тем меньше время прохождения участка и тем меньше снос от течения. Но увеличение скорости движения усложняет управление судном ввиду быстрой смены ориентиров и, кроме того, увеличивается дрейф от центробежных сил, действующих на судно. Поэтому судоводители при прохождении узких крутых колен обычно снижают скорость движения. Однако чрезмерное снижение скорости хода может привести к навалу на вогнутый берег от сноса течением.

Безопасная скорость $v_б$ движения по крутому колену может быть определена по формуле

$$v_б = \frac{0{,}2 v_т l}{B_{с.х} - 2(0{,}1L + B)}, \tag{9.3}$$

Например, безопасная скорость движения теплохода типа «Родина» при движении по Молчановскому колену р. Дона, определенная по формуле (9.3), составляет 16,2 *км/час*.

Учитывая наличие постоянного сноса и дрейфа в сторону вогнутого берега, курс судна при входе в закругление следует избирать ближе к выпуклому берегу (рис. 73).

Для безопасного прохождения криволинейного участка необходимо, чтобы радиус циркуляции судна был меньше радиуса кривизны участка. В случае ошибок в определении точки начала поворота, в угле перекладки руля или в скорости движения судоводитель путем увеличения угла перекладки руля на борт и увеличения скорости может отвести судно от вогнутого берега. Потребность в выполнении такого маневра возникает в конце движения по криволинейному участку.

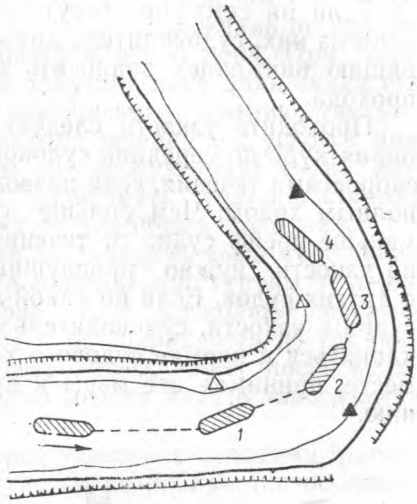


Рис. 73. Схема проводки судна в крутом колене

При движении вверх по криволинейному участку снос судна под действием течения близок к нулю, так как судно движется почти против струй течения. Поворотливость судна при движении против течения улучшается. Курс судна при движении по закруглению следует избирать ближе к выпуклому берегу.

§ 9. УПРАВЛЕНИЕ СУДАМИ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ УЗКОСТЕЙ И МЕСТ С НЕПРАВИЛЬНЫМИ ТЕЧЕНИЯМИ

Узкости обычно имеют повышенные скорости течения и чаще встречаются в местах, где русло реки разделяется на рукава. Судоходным обычно бывает более глубоководный рукав. Движение судов в узкости регулируется двумя семафорами, выше и ниже которых устанавливают знаки «Сигнал». В этом случае движение судов может быть только односторонним. При подходе к знаку «Сигнал» судоводитель подает один продолжительный звуковой сигнал и по знакам на семафорной мачте определяет, занята или нет узкость другими судами. Для свободного движения вниз на семафорной мачте поднимают: днем — цилиндр черного цвета и ниже его красный конус раструбом вниз, ночью — зеленый огонь и ниже его красный огонь. Разрешительными сигналами для движения вверх против течения явля-

ются черный цилиндр и выше его красный конус, а ночью красный огонь и ниже его зеленый.

Если участок временно закрыт для плавания, то на семафоре поднимают днем два красных конуса, а ночью зажигают два вертикально расположенных красных огня.

Если на семафоре отсутствуют сигналы или поднят только один из них, судоводитель должен остановиться и сигналом «обращаю внимание» запросить сигнальный пост о возможности прохода.

Проходить узкости следует с большой осторожностью, выбирая курс по середине судового хода. Узкости с повышенными скоростями течения, если позволяют глубины, следует проходить полным ходом. Чем больше скорость движения судна, тем меньше дрейф судна от течения или ветра. Во время движения по узкости нужно прислушиваться к сигналам, подаваемым с других судов. Если по какой-либо причине произойдет встреча судов в узкости, судоводитель снизу идущего судна должен отклониться к кромке судового хода и остановиться в безопасном месте, принимая все меры к пропуску судна, идущего по течению.

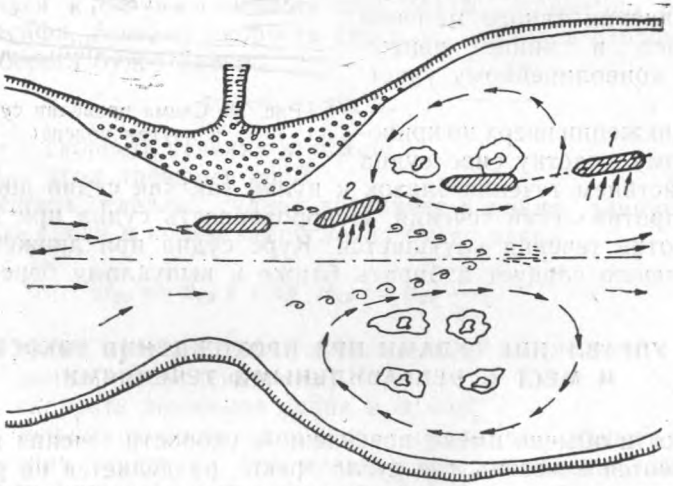


Рис. 74. Схема маневрирования при прохождении узкости против течения:
1 — средний ход; *2* — полный ход

При движении по узкости в одном направлении нескольких судов интервал между ними должен быть не менее 500 *м*.

Суводи значительно усложняют проводку судов и особенно составов, поэтому их следует по возможности обходить. Если же суводь обойти невозможно, то при подходе к узкости снизу необходимо выбирать курс не по стрежню, а по тиховоду за мысом, где имеется суводь (рис. 74). При входе в суводь на судно будет действовать поворачивающий момент от давления струй

суводи, направленный на берег (положение *1*), поэтому при входе в суводь этот момент должен быть компенсирован перекладкой руля в сторону от берега. Для уменьшения рыскливости необходимо дать полный ход. После входа судна в суводь скорость хода уменьшается до среднего с тем, чтобы иметь запас мощности для увеличения управляемости при выходе из суводи. Ориентиром при заходе в суводь и движении по ней является оконечность мыса, вдающаяся в русло реки. При подходе к мысу на расстояние около полутора-двух длин судна его следует направить параллельно стрежневому течению, так как при входе в быстрые стрежневые струи течения под углом к ним возникает сильное давление воды на носовую часть судна (положение *2*), которое стремится развернуть судно в сторону стрежня. В этот момент ход следует увеличить до полного.

При входе в стрежневые струи на траверзе мыса курс судна следует выдерживать вдоль мыса параллельно струям течения. Как правило, глубины на траверзе мыса позволяют идти на расстоянии от него 20—25 *м*. Этот курс сохраняется до тех пор, пока корма судна не пройдет траверз мыса, затем, после выхода из быстрых струй узкости, судно меняет курс в зависимости от конкретных условий пути.

При движении по течению через узкости с суводями, расположенными по обоим берегам, курс судна избирается по линии стрежневых струй, посередине между мысами.

Заход в суводь под большим углом представляет опасность, так как в этом случае кормовая часть судна находится в быстрых струях, а носовая в более слабых струях суводи. В результате возникает поворачивающий момент, направленный в сторону суводи. В этих условиях может произойти разворот судна и удар о берег ниже мыса.

Если суводь образована за мысом или рынками гор и расположена у одного из берегов, что характерно для равнинных рек, то судно следует проводить вдоль берега, не имеющего суводи.

§ 10. УПРАВЛЕНИЕ СУДНОМ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПОД МОСТАМИ

Мосты, пересекающие судоходные реки, по конструкции разделяются на мосты на опорах и наплавные мосты. Мосты на опорах имеют три вида навигационного ограждения:

1) направляющие бакены ходового пролета, устанавливаемые для того, чтобы судоводитель мог определить направление течения;

2) знаки, показывающие ходовой пролет, высоту пролета моста и ось судового хода. Мостовые опоры судоходного пролета освещаются белыми огнями. Габаритные огни мостов устанавливаются на щитах белого или зеленого цвета, прикрепленных к ферме моста;

3) знаки, регулирующие пропуск судов под мост, — семафоры или светофоры, устанавливаемые в случае необходимости. При подходе к мосту судоводитель должен убедиться в наличии разрешительных сигналов на семафоре (если таковой имеется) и определить ходовой пролет.

При подходе к ходовому пролету курс судна избирается посередине пролета с учетом направления течения. Ориентирами являются направляющие бакены, щит ходового пролета или створные огни. При пользовании мостовыми створными огнями следует иметь в виду, что верхний огонь устанавливается на лицевой стороне фермы и находится ближе к судоводителю, а нижний — под фермой на ее обратной стороне, в связи с чем направление поворота для выхода на створы, если огни расстворились, определяется не по нижнему огню, как у линейных створов, а по верхнему (рис. 75).

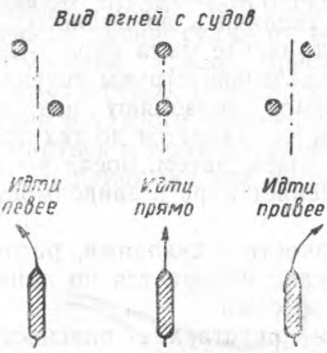


Рис. 75. Особенности использования мостовых створных огней

При наличии свального течения на подходе к мосту устанавливаются направляющая обстановка и свальные бакены.

При движении под мост необходимо также учитывать скорость и направление ветра. Для уменьшения величины сноса от свального течения или дрейфа от бортового ветра под мост следует идти полным ходом с поправкой курса на дрейф. Если дрейф направлен, например, в сторону правого устоя, то курс судна избирается несколько ближе к левому устою в зависимости от величины дрейфа.

Расхождение судов в пролетах мостов запрещено.

Проход под мостом является ответственным маневром, поэтому перед мостом нужно проверить исправность рулевого устройства и предупредить механика о проходе под мост. Во время сильного ливня, снегопада или тумана, исключающих видимость мостовых сигналов, проход под мостом воспрещается.

Проход через наплавные мосты

Проводка судов через наплавные мосты осуществляется в разведенную часть моста, которая в темное время суток обставляется с правой по течению стороны двумя красными и с левой — двумя белыми огнями, расположенными на концах разведенной части.

Движение судов регулируется с помощью семафора, уста-

навливаемого на неразведенной части моста, обычно с правой стороны.

На разведенной части моста—пленке зажигается огонь красного цвета, если пленка находится с правой стороны по течению, и белого цвета, если пленка находится с левой стороны.

Курс судна избирается посередине разведенной части моста параллельно струям течения. На снос от свальных течений и дрейф от ветра поправка к курсу вводится так же, как и при проводке через мосты с опорами.

§ 11. УПРАВЛЕНИЕ СУДАМИ ПРИ ВСТРЕЧЕ И ОБГОНЕ

С ростом скоростей движения речных судов, а также густоты движения судов на внутренних водных путях значительно усложняется процесс расхождения судов и составов при встречах и обгонах. Для того чтобы избежать столкновений судов, судоводители должны четко выполнять Правила плавания, уметь быстро и правильно оценивать складывающуюся обстановку, определять необходимые для расхождения время и расстояния, сообразуясь с маневренными качествами судов и местными условиями.

Рассматривая маневрирование судами в общем случае расхождения, следует выделить три основных вопроса, которые должен решать судоводитель снизу идущего судна в момент обнаружения другого судна перед расхождением.

Во-первых, учитывая скорость движения обоих судов (своего, встречного или обгоняемого), глазомерно определяется вероятное место расхождения.

Во-вторых, сообразуясь с габаритами судового хода в установленном месте, габаритами расходящихся судов и гидрометеорологическими условиями, необходимо убедиться в возможности безопасного расхождения в выбранном месте. Следует твердо знать места, где расхождение судов запрещено общими или местными Правилами плавания.

В-третьих, при встрече решается вопрос о возможности безопасного расхождения левыми бортами, т. е. о выборе стороны расхождения. При этом должен быть учтен вероятный курс сверху идущего судна, а также направление сноса от течения и ветра как своего, так и встречного судна или состава в момент расхождения. Исходя из этого, например, на криволинейных участках реки с вогнутыми левыми берегами, имеющими малые радиусы кривизны и ограниченную ширину судового хода, с составами и крупнотоннажными судами целесообразнее расходиться правыми бортами. В этом случае снизу идущее судно должно уклониться в левую (по ходу) сторону и остановиться у правой кромки судового хода с тем, чтобы к началу расхождения, т. е. когда сверху идущее судно приблизится на расстояние около 1,5 *км*, снизу идущее судно прекратило дви-

жение вперед. В обычных условиях расхождение при встрече должно производиться только левыми бортами.

После решения этих вопросов судоводитель снизу идущего судна, приблизившись к встречному судну на расстояние не менее 1,5 *км*, подает один продолжительный звуковой сигнал и отмашку с левого борта. Сверху идущее судно обязано немедленно принять указанную сторону расхождения и подать один продолжительный звуковой сигнал и отмашку с левого борта.

При невозможности расхождения левыми бортами после того, как снизу идущее судно уклонилось в левую (по ходу) сторону и остановилось, оно подает два коротких звуковых сигнала и отмашку с правого борта.

При буксировке плотов вниз по реке судоводителю буксировщика предоставляется право выбора курса и стороны расхождения, так как определить возможность безопасного расхождения судоводителю снизу идущего судна не всегда возможно. Например, ночью определить положение плота в отношении судового хода и направление его дрейфа трудно.

При обгоне обгоняющее судно при следовании сверху, приблизившись к обгоняемому на расстояние не ближе 500 *м* и при следовании снизу — на расстояние 300 *м* до кормы обгоняемого судна или кормы последнего счала состава, обязано запросить подачей двух коротких и одного продолжительного звуковых сигналов у обгоняемого судна сторону обгона. Получив запрос на обгон, судоводитель обгоняемого судна должен выбрать курс обгоняющего судна и незамедлительно подать два коротких и один продолжительный звуковые сигналы и отмашку с того борта, с которого оно намерено пропустить обгоняющее судно; одновременно с этим оно обязано уменьшить ход, уклониться в сторону, противоположную поданной отмашке, и пропустить обгоняющее судно. Обгоняющее судно на прямолинейных участках пути следует пропускать с того борта, который обращен к линии курса обгоняющего судна, на криволинейных участках пути обгоняющее судно целесообразнее пропустить со стороны выпуклого берега при ходе против течения и вогнутого берега при ходе по течению. Обгоняющее судно, получив разрешение на обгон, подает отмашку с соответствующего борта.

В случае невозможности пропуска обгоняемое судно подает сигнал «предупреждение», по которому производить обгон воспрещается. Судоводитель обгоняющего судна должен уменьшить скорость движения и следовать параллельным курсом, выдерживая интервал до обгоняемого судна не менее 500 *м* до тех пор, пока будет разрешен обгон. Если навстречу снизу идущему судну следуют одно за другим несколько судов или составов, сигналы на расхождение подаются каждому из них. Суда, следующие одно за другим, принимают ту же сторону расхождения, что и судно, идущее впереди.

С момента обмена сигналами на расхождение начинается процесс расхождения судов. На реках с большой густотой движения, изобилующих перекатами и другими затруднительными для расхождения местами, для правильного решения ряда вопросов, связанных с обеспечением безопасного расхождения, необходимо уметь быстро оценивать процесс расхождения судов по времени его протекания и требующемуся для расхождения расстоянию. Например, судоводитель обгоняемого судна для того, чтобы дать разрешение на обгон другому судну перед затруднительным участком (перекатом, крутым коленом и т. д.), должен сравнить расстояние до затруднительного участка с расстоянием, которое требуется для обгона при условии, что обгоняемое судно будет идти малым ходом, и убедиться в том, что до затруднительного участка обгон будет завершен. В противном случае в конце расхождения на затруднительном участке могут возникнуть осложнения. Не менее важно для безопасного расхождения судов и правильное решение такой часто встречающейся задачи. Судоводитель обгоняемого судна, идущего вверх, видит идущее навстречу судно. Согласно существующим Правилам плавания он должен пропустить обгоняющее судно, обеспечив безопасный обгон, но также должен пропустить и встречное судно, обеспечив безопасное расхождение при встрече. В данном случае судоводитель обгоняемого судна является как бы регулировщиком движения судов. Неправильная оценка им процесса обгона и встречи по времени может привести к тому, что обгон и расхождение судов произойдут с одновременным нахождением по траверзу трех судов, что категорически запрещается Правилами плавания.

Определение пути и времени, требующихся для расхождения при обгоне и встрече судов

Время и расстояние, требующиеся для обгона на постоянных скоростях, удобно определять по номограмме, приведенной на рис. 76, на которой по горизонтальной оси указана скорость обгоняющего судна $v + \Delta v$, где v — скорость обгоняемого судна, а Δv — разность скоростей обгоняющего и обгоняемого судов. На вертикальной оси откладывается расстояние S в *м*, требующееся для обгона. На наклонных линиях показаны величины разности скоростей Δv. У этих линий обозначена величина среднего времени обгона $t_{ср}$, *мин*. Номограммой пользуются следующим образом. Предположим, что одно судно, идущее со скоростью 19 *км/час*, обгоняет другое судно, скорость малого хода при обгоне которого $v = 10$ *км/час*. Разность скоростей судов $\Delta v = 9$ *км/час*. Определим по номограмме время и расстояние, требующиеся для обгона. С этой целью на горизонтальной оси из точки, соответствующей скорости 19 *км/час*, восстановим перпендикуляр до наклонной линии, обозначенной $\Delta v = 9$ *км/час* (на рис. 76 точка A). По надписи над этой ли-

нией определяем среднее время расхождения $t_{ср} = 5{,}5$ *мин*. Затем из точки A опустим перпендикуляр и получим точку B на вертикальной оси. Точка B соответствует расстоянию, требующемуся для обгона, которое в данном случае равно 1900 *м*.

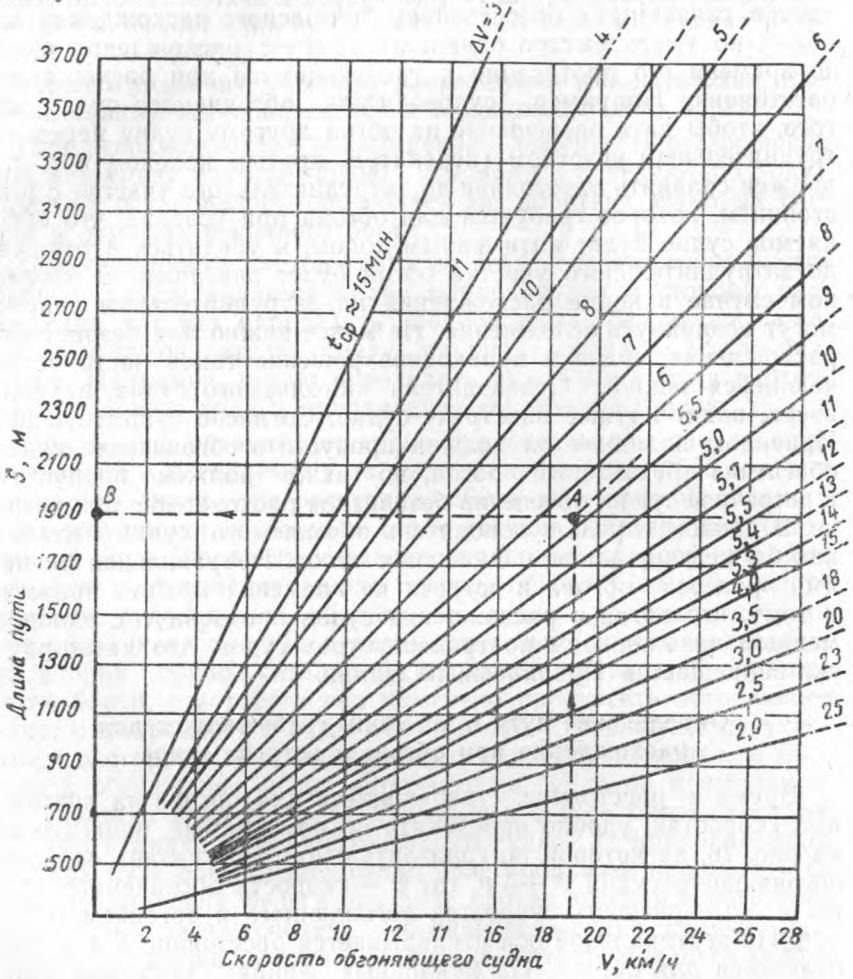


Рис. 76. Номограмма для определения пути и времени обгона

Расстояние, с которого начинается процесс расхождения при встрече, определено Правилами плавания. Оно должно быть не менее 1,5 *км*. Время расхождения при встрече для всех судов легко определить по номограмме, изображенной на рис. 77.

На горизонтальной оси отложена скорость своего судна от 0 до 30 *км/час*. Кривые обозначают скорости встречного судна от $v = 3$ *км/час* (скорость движения плотов в водохрани-

лищах) до $v = 70$ *км/час* (скорость движения судов на подводных крыльях). На вертикальной оси обозначено время расхождения судов t *мин*. Пользование номограммой ясно из следующего примера.

Определить время расхождения при встрече судна, следующего со скоростью 19 *км/час*, с судном, идущим со скоростью 25 *км/час*. На горизонтальной оси из точки 19 *км/час* восстанавливаем перпендикуляр до пересечения с кривой, соответствующей $v = 25$ *км/час*. Затем из точки пересечения A опускаем перпендикуляр на вертикальную ось и определяем, что время расхождения $t = 2$ *мин*.

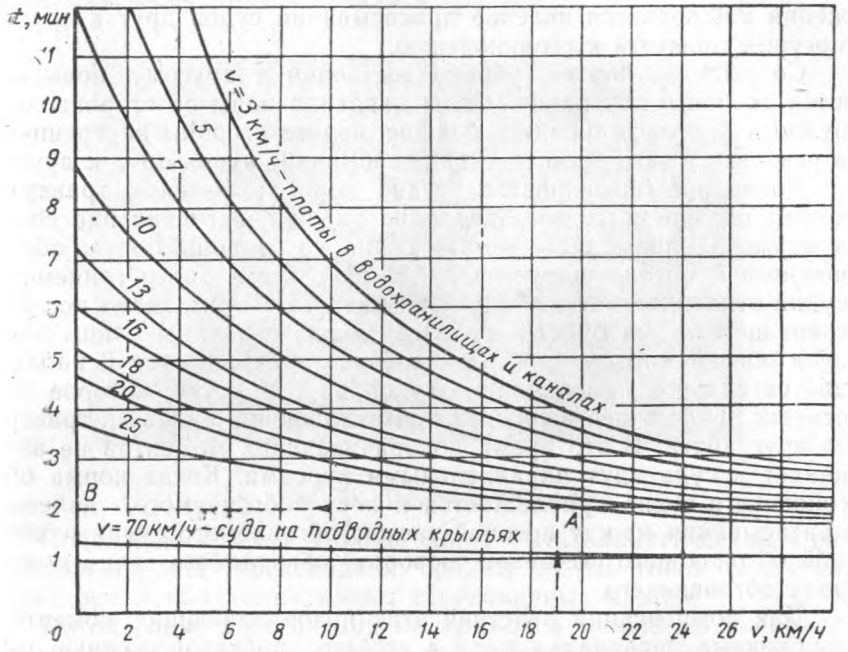


Рис. 77. Номограмма для определения времени встречи судов и составов при расхождении

После небольшой тренировки с использованием номограмм при плавании на одном судне судоводитель быстро приобретает необходимые навыки в определении пути и времени расхождения судов при встречах и обгонах и будет правильно решать связанные с ними задачи по расхождению судов, не прибегая к самим номограммам.

Управление судами при расхождении и явление присасывания

После обмена сигналами на расхождение судоводители должны произвести уклонение в сторону, противоположную поданной отмашке, и затем вывести судно на курс, параллельный

встречному или обгоняемому судну, с тем, чтобы интервал между бортами расходящихся судов был возможно больше. Во время расхождения следует вести постоянное наблюдение за курсом своего и встречного или обгоняемого судна с тем, чтобы во время изменить курс в случае появления зарыска, вызывающего угрозу столкновения судов. На мелководных участках пути для предотвращения рыскливости следует производить расхождения на малых скоростях движения.

При следовании судов во время обгона параллельными курсами в узких местах, а также на свободной воде, но при сближении наблюдается явление присасывания судов друг к другу, могущее привести к столкновению.

Со стороны бортов, обращенных один к другому, повышаются скорости обтекания. Силы давления воды со стороны наружных бортов становятся больше, чем со стороны внутренних, в результате чего происходит присасывание судов друг к другу.

Когда нос обгоняющего судна приближается к траверзу кормы обгоняемого, носовая волна увеличивает давление воды в кормовой части обгоняемого судна со стороны борта, обращенного к обгоняющему судну. В результате нос обгоняемого судна отклоняется в сторону обгоняющего. Затем, когда нос обгоняющего судна будет находиться около середины длины корпуса обгоняемого судна, это явление прекращается и наблюдается сильное присасывание судов друг к другу, которое достигает наибольшей величины при нахождении судов на траверзе друг друга. В это время поворачивающих моментов не возникает и суда идут параллельными курсами. Когда корма обгоняющего судна приближается к носу обгоняемого, явление присасывания между носовой частью обгоняемого судна и кормой обгоняющего вызывает поворот обгоняемого судна в сторону обгоняющего.

Для компенсации действия этих поворачивающих моментов необходима перекладка руля в сторону, противоположную направлению их действия. При обгоне толкаемых составов в узких местах с небольшими интервалами между бортами расходящихся судов действие поворачивающих моментов может привести к обрыву вожжевых тросов и к аварии. Для предотвращения обрыва вожжевых тросов при обгоне толкаемых составов суда должны снизить скорость хода.

§ 12. УПРАВЛЕНИЕ СУДАМИ НА ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ

Принцип действия и виды подводного крыла

Поиски путей увеличения скоростей движения речных судов привели к созданию судов на подводных крыльях.

Первым автором, предложившим установку на судне подводных крыльев и получившим в 1891 г. патент во Франции, был

русский подданный Шарль А. де-Ламберт. Первое судно на подводных крыльях водоизмещением 1,6 *т* было построено Энрико Форланини в 1905 г. Однако долгое время не был решен вопрос об остойчивости крылатых судов, поэтому для транспортных целей суда стали применяться лишь в конце прошлого десятилетия. Первый советский пассажирский речной теплоход на подводных крыльях «Ракета» был построен в 1957 г. под руководством инж. Р. А. Алексеева. В последующие годы были построены суда на подводных крыльях других типов: «Метеор» (рис. 78), «Спутник», «Чайка» и другие.

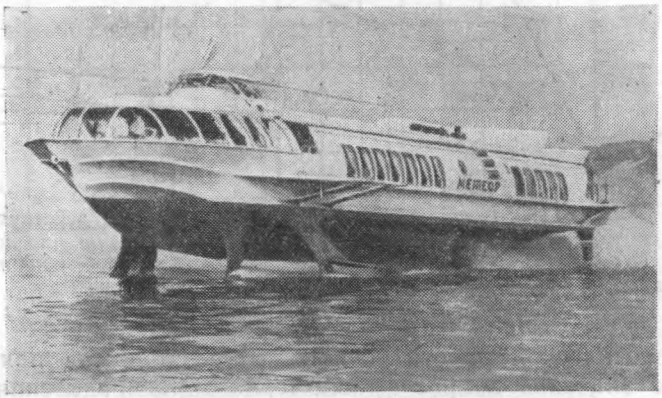


Рис. 78. Теплоход «Метеор»

Подводные крылья в плане могут быть эллиптической, прямоугольной или стреловидной формы. Суда типов «Ракета», «Метеор» и «Спутник» имеют стреловидные крылья.

Поток воды, набегающий на крыло со скоростью v под углом, называемым углом атаки, на нижней стороне крыла замедляется, а на верхней ускоряется. При этом на верхней стороне крыла давление уменьшается, а под крылом увеличивается, вследствие чего возникает подъемная сила крыла.

Примерно третья часть подъемной силы крыла создается за счет повышения давления на нижней кромке крыла, а остальные две трети — за счет разрежения или понижения давления в верхней части крыла.

На рис. 79 показана схема сил, действующих на подводное крыло.

Величины сил лобового сопротивления крыла X и подъемной силы Y определяются по формулам:

$$X = C_x \frac{\rho v^2}{2} S, \qquad (10.3)$$

$$Y = C_y \frac{\rho v^2}{2} S, \qquad (11.3)$$

где ρ — плотность воды, равная 102 *кг · сек²/м⁴*;
v — скорость потока в *м/сек*;
S — площадь крыла в *м²*;
C_x и C_y — безразмерные опытные гидродинамические коэффициенты.

При установившемся движении судна на подводных крыльях имеет место равновесие между подъемной силой крыльев и весом судна D (рис. 80).

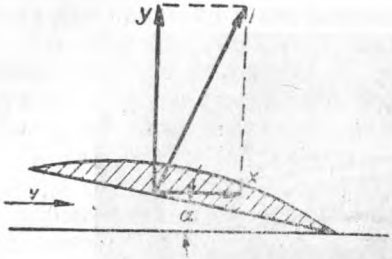


Рис. 79. Схема сил, действующих на подводное крыло

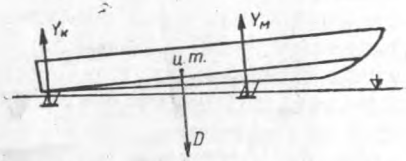


Рис. 80. Схема сил, действующих на судно в вертикальной плоскости при установившемся движении на крыльях

В практической работе судоводитель должен придавать большое значение вопросу равномерного распределения груза (пассажиров) на судах с подводными крыльями, так как подъемная сила крыльев зависит от положения центра тяжести судна, которое изменяется в зависимости от распределения груза по длине.

Выход на крылья

Движение судна на подводных крыльях можно разделить на три характерных режима: режим плавания, режим движения на крыльях и режим перехода от плавания к движению на крыльях, называемый выходом на крылья.

Для определения рациональных приемов управления судном при выходе на крылья рассмотрим физическую сущность этого процесса. Режим плавания соответствует движению судна на корпусе, когда подъемная сила крыльев из-за небольшой скорости еще мала. При увеличении скорости в этом режиме сопротивление R корпуса резко возрастает (рис. 81). Этот режим продолжается до выхода на носовое крыло, после чего судно движется на корпусе и носовом крыле. В это время сопротивление достигает наибольшего значения.

С дальнейшим увеличением скорости подъемная сила крыльев растет, в результате корпус судна постепенно выходит из

воды. Сопротивление корпуса уменьшается, затем корпус полностью выходит из воды, и наступает режим движения на крыльях. Время выхода на крыльях при правильном маневрировании у современных судов составляет 1,5—3 *мин*.

Из рассмотренного следует, что при выходе на крыльях на преодоление сил сопротивления затрачивается значительная мощность, поэтому важное значение приобретает эффективное использование мощности двигателя и крыльев теплохода.

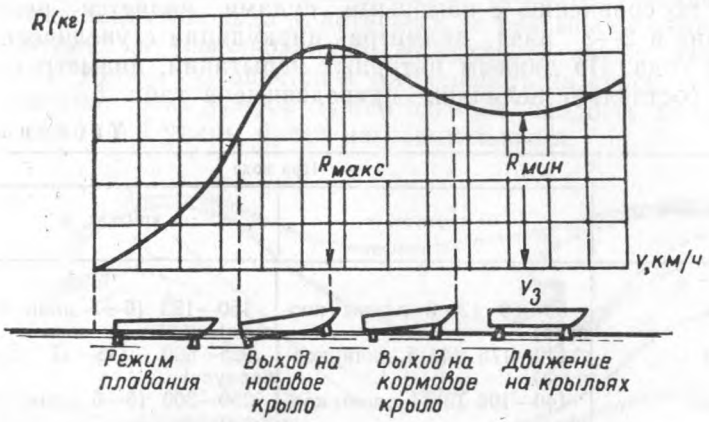


Рис. 81. График изменения сопротивления корпуса при выходе судна на крыльях

Выход на крылья является начальным периодом движения. Перед отправлением в рейс судоводитель должен осмотреть и очистить крылья от посторонних предметов (кусты, мусор). Наличие посторонних предметов на крыльях, засоренность водяного фильтра двигателя могут быть причиной, по которой судно не сможет выйти на крылья. Затем проверяются правильность и равномерность загрузки судна, устраняются крен и дифферент, после чего судно выводят на прямолинейный курс и приступают к увеличению скорости движения. Рациональное использование мощности двигателя при выходе на крылья состоит в периодическом многократном увеличении оборотов двигателя от малого до полного хода.

На судах типов «Ракета», «Метеор» и «Спутник» через определенные интервалы (10—15 *сек*) двигателю прибавляют по 100—150 оборотов. В это время следует избегать перекладок руля. При выходе на носовое крыло появляется дифферент на корму, затем по мере увеличения скорости он постепенно уменьшается, и судно выходит на крылья. За время выхода на крылья судно проходит около 1,5 *км*.

Выход на крылья становится невозможным при:

наличии на крыльях посторонних предметов;

сильном крене и дифференте;
погнутых лопастях винта или погнутом вале;
недостаточной мощности двигателя;
затопленном в результате пролома корпуса в одном отсеке.

Маневренные качества и особенности маневрирования судами на подводных крыльях

Особенностью маневренных качеств судов на подводных крыльях по сравнению с обычными судами является резкое увеличение в 2—3 раза диаметра циркуляции с увеличением скорости хода. По данным натурных испытаний, диаметр циркуляции составляет величины, приведенные в табл. 5.

Таблица 5

У теплоходов	При ходе	
	на корпусе, *м*	на крыльях, *м*
«Ракета» . .	50—80 (2—3 длины корпуса)	160—190 (6—7 длин корпуса)
«Метеор» . . .	140—175 (4—5 длин корпуса)	525—600 (15—17 длин корпуса)
«Спутник» . . .	140—190 (3—4 длины корпуса)	250—300 (5—6 длин корпуса)

Как показали натурные испытания, угловая скорость поворота судов на подводных крыльях при перекладке руля очень быстро достигает установившейся величины, т. е. повороты выполняются практически с постоянной угловой скоростью.

Знание величины диаметра циркуляции при различных режимах работы двигателей позволяет судоводителю находить правильное решение таких задач, например, как определение возможности прохождения криволинейного участка с малым радиусом кривизны или выбор точки начала поворота и др.

При выполнении циркуляции с перекладкой руля на угол более 15—25° кормовая часть корпуса судна начинает касаться воды, резко возрастает сопротивление воды движению, двигатель испытывает перегрузку, снижается число его оборотов и теплоход переходит в режим плавания на корпусе. Чтобы избежать этого явления, руль нужно перекладывать плавно и на величину 10—12° у теплоходов типа «Ракета» и 20—25° типа «Метеор». При необходимости произвести крутой поворот и резко переложить руль следует уменьшить обороты двигателя. На рис. 82 показана схема проводки судна на криволинейном участке реки.

Несмотря на большую скорость движения, суда на подводных крыльях обладают очень малым инерционным выбегом.

Длина пути, проходимого теплоходом «Ракета», при остановке движителя составляет 130, а теплохода «Метеор» 200 *м*. При остановке движителя и перемене хода на задний теплоход «Ракета» проходит путь, равный 100 *м*, а теплоход «Метеор» 120 *м*. Возможность быстрого гашения инерции позволяет выполнять маневры, заканчивающиеся остановкой судна (привалы, шлюзование и др.), на более высоких скоростях по сравнению с обычными судами. При ходе на крыльях неправильные течения (суводи, майданы, прижимные и свальные течения) на управляемость теплохода практически не оказывают влияния. При движении по взволнованной поверхности судно испытывает толчки, удары, ухудшается и устойчивость на курсе. Для ослабления силы этих ударов нужно снижать скорость движения до тех пор, пока удары будут незначительными.

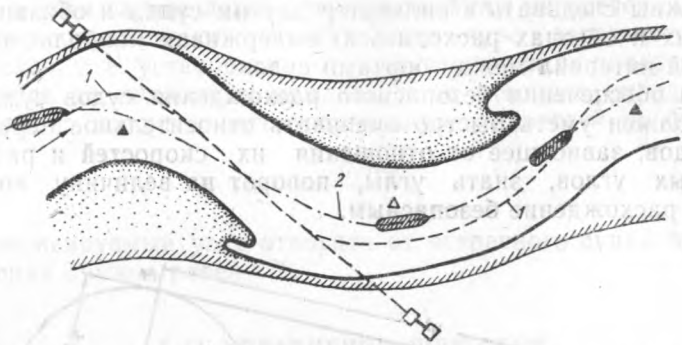


Рис. 82. Схема проводки теплохода на подводных крыльях по криволинейному участку реки:
1 — ось судового хода; *2* — путь теплохода

Правилами Речного Регистра РСФСР разрешается движение на крыльях: для «Ракеты» — при высоте волны до 0,8 *м*, для «Метеора» — 1,3 *м*, для «Спутника» — 2 *м*.

Обладая хорошей остойчивостью, теплоходы на подводных крыльях имеют разряд «О» и хорошо переносят волнение при движении на корпусе.

Сильные толчки происходят также при столкновении с плывущими бревнами. Как правило, эти удары приходятся на крыльевое устройство, гребной вал и винт, поэтому судоводитель должен непрерывно просматривать поверхность воды впереди судна и при обнаружении плывущих предметов не допускать попадания под судно.

Особенности расхождения судов на подводных крыльях

Высокие скорости движения этих судов предъявляют особые требования к маневрированию при расхождении.

Правилами плавания для судов на подводных крыльях уста-

новлен особый порядок расхождения. Учитывая небольшие габариты судов на подводных крыльях, их малую осадку, преимущество в скорости хода и хорошие маневренные качества, расхождение при встрече и обгоне с обычными судами производится по усмотрению вахтенного начальника судна на подводных крыльях. Это обязывает судоводителя судна на подводных крыльях нести основную ответственность за безопасность расхождения.

Отмашка, подаваемая с судна на подводных крыльях, должна безоговорочно приниматься судоводителями других судов, которые во время расхождения не должны допускать резких отклонений от курса и рыскливости своих судов. Хорошую видимость сигнала отмашки днем может обеспечить светоимпульсная отмашка.

При движении судоводители судов на подводных крыльях не должны следовать в кильватер другим судам и обязаны при встречах и обгонах расходиться, выдерживая наибольший возможный интервал между бортами судов.

Для обеспечения безопасного расхождения судов судоводитель должен уметь быстро оценивать относительное перемещение судов, зависящее от отношения их скоростей и разности курсовых углов, знать углы, поворот на величину которых делает расхождение безопасным.

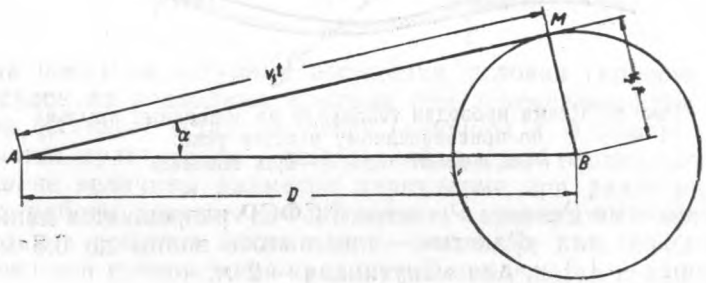


Рис. 83. Определение «критического» угла судна в точке A, B и т. д.

Предположим, судно на подводных крыльях находится в точке A (рис. 83) и движется со скоростью v_1, а встречное судно курс которого неизвестен, находится в точке B на расстоянии D и движется со скоростью v_2. Если учитывать наихудший возможный курс судна из точки B (перпендикулярно линии курса судна в точке A), то зона курсовых углов, при которых еще возможно столкновение, лежит в пределах от 0 до α.

Максимальный угол α ограничен касательной к окружности, радиус которой равен расстоянию, пройденному судном из точки B до момента встречи в точке M.

Из прямоугольного треугольника AMB найдем

$$t_{д}\,\alpha_{макс} = \frac{tv_2}{tv_1} = \frac{v_2}{v_1}, \qquad (12.3)$$

где t — время движения.

Очевидно, если судно на подводных крыльях сделает поворот вправо или влево от находящегося прямо по курсу судна в точке B на угол больше α, то столкновение судов невозможно. Безопасными максимальными углами отворота для судов на подводных крыльях при расхождении с пассажирскими судами является угол, равный 25°, с грузовыми теплоходами — 20° и с толкаемыми составами — 15°.

В практике случаи движения судов под прямыми углами на реке в плесовом участке сравнительно редки, и курс встречного судна в этом случае легко определить. Углы пересечения курсов обычно не превышают 40—45°. Если курс встречного судна определен, т. е. установлено, что оно движется не поперек курса теплохода на подводных крыльях, угол отворота определяется из решения косоугольного треугольника скоростей по формуле

$$\sin\alpha = \frac{0{,}7v_2}{v_1}. \qquad (13.3)$$

Рекомендуемый угол отворота от встречного судна при расхождении обычно равен 10°.

§ 13. УПРАВЛЕНИЕ ШЛЮПКОЙ

Общие положения

Шлюпки на судах речного флота предназначаются для спасания или оказания помощи людям, терпящим бедствие на воде, а также для связи между судами и берегом.

Успех в выполнении этих операций в основном зависит от умения экипажа шлюпки управлять ею. Поэтому уметь управлять спасательной шлюпкой обязаны все судоводители.

Общие правила пользования шлюпкой следующие:

1) никогда не следует в шлюпке стоять и сидеть на борту, а также перегружать шлюпку;

2) при выгребании против зыби и волн следует облегчить нос шлюпки, а при движении по ветру — корму;

3) при плавании на фарватере запрещается пересекать курсы судов и двигаться вблизи них;

4) при плавании в темное время суток на шлюпке должен быть белый огонь;

5) при движении под парусами не следует крепить шкоты парусов намертво;

6) во избежание опрокидывания не следует курс шлюпки избирать вдоль гребней волн.

Спасательные шлюпки судна должны быть укомплектованы постоянной группой гребцов, а наиболее сильных и опытных из них назначают загребными.

Во время гребли все гребцы сидят в шлюпке лицом к корме и равняются по загребным. Заносить весло и проводить его в воде надо на вытянутых руках, лопасть весла опускается в воду не более чем на $^2/_3$ ее длины.

При заносе лопасть должна быть горизонтальна к поверхности воды. При опускании лопасти в воду и выходе из воды лопасть разворачивается на угол около 60° к поверхности воды.

Действия гребцов должны выполняться только по команде старшины шлюпки. По команде «Отваливай» баковый гребец отпорным крюком отталкивает нос шлюпки; по команде «Весла» гребцы вставляют уключины и в них весла и удерживают их перпендикулярно борту; по команде «На воду» начинают грести; при необходимости увеличить скорость шлюпки подается команда «Навались». В этом случае гребцы делают более сильные рывки веслами. «Суши весла» — гребцы перестают грести, держат весла параллельно поверхности воды. Команда «Весла в воду» подается в случае, если требуется резко затормозить ход шлюпки. По этой команде гребцы опускают весла в воду на треть длины лопасти. Команда «Табань» подается в тех случаях, когда шлюпке необходимо сообщить движение назад. По этой команде все гребцы начинают грести в обратную сторону. Если требуется сделать крутой поворот влево, командуют «Суши левая» или «В воду левая». При развороте на месте подают команду «Правая навались — левая табань» или наоборот.

По окончании разворота, если шлюпка должна следовать вперед, командуют «Обе на воду».

При снятии с мели или отходе от берега подается команда «Весла на укол». По этой команде гребцы упираются рукояткой весла в дно реки, толкая шлюпку в нужном направлении.

Маневрирование судном при приеме к борту лодок и шлюпок

В практике работы судов имеют место случаи, вызывающие необходимость приема к борту движущегося судна лодки или шлюпки.

Вахтенный начальник судна, заметив подходящую шлюпку, должен получить разрешение капитана на прием ее к борту судна и затем предупредить вахтенного механика. Неправильное маневрирование судном и неточное выполнение операций по приему шлюпки могут вызвать ее опрокидывание и гибель.

Не следует производить прием шлюпки в штормовую погоду, во время расхождения судов и в месте с затруднительными условиями плавания.

До начала приема шлюпки к борту следует уменьшить скорость хода до самого малого, вывести судно на прямой курс и по возможности остановить машины. Вахтенный начальник должен указать шлюпке место подхода. К колесным грузо-пассажирским судам шлюпка принимается к корме в районе штормтрапа, к винтовым судам — к средней части судна, к колесным буксирным судам — к носовой части.

В месте приема подготовляется легость, закрепляемая одним концом на кнехтах, и отпорный крюк или багор.

Сблизившись с судном, шлюпка начинает постепенно уклоняться в сторону судна. С судна на шлюпку подается легость, которая крепится на шлюпке за носовую банку шлюпочным узлом. При помощи легости шлюпка подводится к борту судна. Для предотвращения удара шлюпки о борт судна с последнего отпорным крюком удерживают нос шлюпки. Затем со шлюпки на судно подают фалинь и в шлюпку спускают штормтрап.

После того как шлюпку прочно закрепят, приступают к высадке пассажиров или выгрузке груза. Машинам дают самый малый ход вперед, чтобы сохранить управляемость судна. Развивать большую скорость хода нельзя, так как шлюпку может залить водой.

После высадки и посадки людей, как только команда шлюпки займет свои места, отдается фалинь. С помощью отпорного крюка отводят нос шлюпки от борта судна, в это время баковый гребец удерживает в руках легость, поданную с судна. С образованием промежутка между бортами судна и шлюпки отпорным крюком отталкивают нос шлюпки, баковый гребец освобождает легость и гребцы начинают грести. После удаления шлюпки от борта судно увеличивает скорость движения.

ГЛАВА IV

СУДОВОЖДЕНИЕ СПОСОБОМ ТОЛКАНИЯ

§ 1. РАЗВИТИЕ ТОЛКАНИЯ СУДОВ В РЕЧНЫХ БАССЕЙНАХ СОВЕТСКОГО СОЮЗА

Для успешного решения задач, стоящих перед речным транспортом, наряду с укреплением его технической базы — флота и портов необходимо постоянно совершенствовать организацию и методы эксплуатационной работы, изучать, обобщать и распространять передовой опыт, повышать производительность труда.

Одним из важнейших резервов повышения производительности труда на речном транспорте является применение способа толкания судов, имеющего большие преимущества по сравнению с буксировкой.

В Советском Союзе первые опыты толкания судов начались в 30-х годах.

Опыты по толканию судов были продолжены вскоре после окончания Великой Отечественной войны, а в 1946—1950 гг. объем перевозок способом толкания уже достиг значительной цифры. Способ толкания применялся в Волжском, Камском, Московском, Иртышском и других бассейнах.

Такие новаторы-судоводители, как Пермяков, Пушкарев, Текучев, Ширинкин и другие, совершенствовали способы учалки и методы проводки толкаемых составов.

Толкачи с баржами учаливались либо жестким шарнирным, либо полужестким способом.

Накопленный за 1950—1951 гг. опыт по толканию судов в различных пароходствах СССР вскрыл преимущества толкания перед буксировкой на тросе и позволил перейти от экспериментов к внедрению его в практику работы речного флота.

В навигацию 1952 г. способ толкания применялся уже в 20 пароходствах страны. Министерство речного флота в навигационных планах речных перевозок начало планировать задания пароходствам по освоению части грузооборота в несамоходных судах способом толкания.

Дальнейшее совершенствование способа толкания позволило значительно сократить штат команд несамоходных судов.

В навигацию 1954 г. впервые были проведены опытные рейсы по толканию барж с огнеопасными грузами.

Были сконструированы сцепы с двумя упорами и амортизирующим устройством в натяжном механизме вожжевого троса. Наряду с усовершенствованием способов учалки толкаемых составов проводились проектные и экспериментальные работы по улучшению управляемости толкаемых составов путем увеличения площади существующих рулей на буксирах-толкачах на 20—25%, постановки новых рулей и установки поворотных насадок. Проводилось оборудование существующего флота для толкания и постройка специально предназначенных для толкания новых судов (рис. 84) мощностью 2000, 1200, 800, 600 *л. с.*, а также секционных барж.

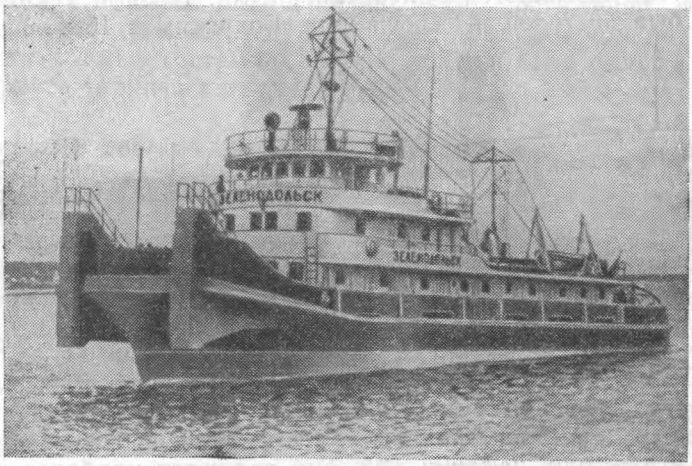


Рис. 84. Толкач-буксир «Зеленодольск»

Толкание судов по сравнению с буксировкой на тросе имеет следующие преимущества:

1) уменьшается сопротивление корпуса толкача в связи с работой его в попутном потоке за баржей;

2) увеличивается упор движителей толкача по тем же причинам;

3) уменьшается вихревое сопротивление баржи (барж);

4) уменьшается сопротивление баржи (барж) за счет отсутствия струи, отбрасываемой движителем;

5) увеличивается устойчивость состава на курсе.

В результате перечисленных выше преимуществ скорость движения толкаемого состава по сравнению с буксировкой увеличивается на 15—20%.

Эффект толкания в значительной степени зависит от веса толкаемого состава. При определении веса состава необходимо учитывать, что эффективность толкания по сравнению с буксировкой выше при работе на скоростях 10—14 *км/час* и более.

Объем перевозок, выполненных методом толкания, в настоящее время составляет более 60% общего объема перевозок в несамоходных судах.

Суда, предназначенные для толкания, оборудуются современной навигационной аппаратурой и пультами управления машинами из рубки толкача, что позволяет совместить профессии судоводителя и механика.

Состав из нескольких судов (секций) называется секционным. Секция — несамоходное судно, обе оконечности которого заканчиваются полным транцем.

Составы из судов, имеющих одну или обе оконечности транцевого типа, с площадью транца, меньшей площади мидельшпангоута, называются полусекционными. Первый секционный состав был построен в России инж. Боярским в 1884 г.

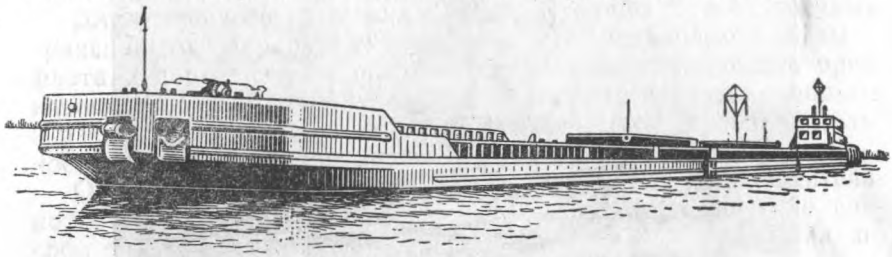


Рис. 85. Трехсекционный состав

В 1958 г. на р. Волге вступил в эксплуатацию трехсекционный состав грузоподъемностью 8600 *т* (рис. 85). Эксплуатация секционных составов показала, что при перевозке массовых грузов угля, соли, нефти и т. д. они являются наиболее экономичным и перспективным транспортным средством по сравнению с грузовыми самоходными судами и баржевыми составами. В ближайшем будущем грузоподъемность секционных составов в СССР будет доведена до 18 000 *т*, а мощность толкачей до 4000 *л. с.*

§ 2. ФОРМИРОВАНИЕ, УЧАЛКА И ВИДЫ ТОЛКАЕМЫХ СОСТАВОВ

Общие положения

Толкаемые составы могут формироваться как из судов старой постройки, так и специальной.

Суда для состава должны формироваться в полном соответствии с планом формирования, графиком движения составов и Правилами технической эксплуатации.

Осадка судов формируемого состава с учетом запаса воды под днищем должна соответствовать глубинам, установленным Правилами плавания, а ширина и длина состава — соответствовать габаритам пути.

Запрещается ставить в составы суда технически неисправные.

Кроме указанных преимуществ формирования толкаемых составов перед буксировкой на тросе, необходимо отметить как преимущество — возможность формирования составов из однотипных барж с одинаковыми осадками.

При формировании составов из разнотипных барж баржи, имеющие большие размеры и осадку, должны ставиться ближе к толкачу, а баржи, имеющие меньшие размеры и осадку, — в голову состава. При этом достигается лучшая обтекаемость состава, бóльшая жесткость и надежность учалки и лучшая управляемость составом.

Баржи с большей парусностью для достижения лучшей управляемости при ветре нужно ставить ближе к толкачу.

Формируемый состав по ширине должен быть больше ширины корпуса толкача или равен ему.

Типовые составы, их формирование и способы учалки

1. Типовые составы для толкания вверх

Наиболее рациональными составами из двух и трех барж при движении против течения являются составы, учаленные в кильватер. При учалке в кильватер задние баржи используют

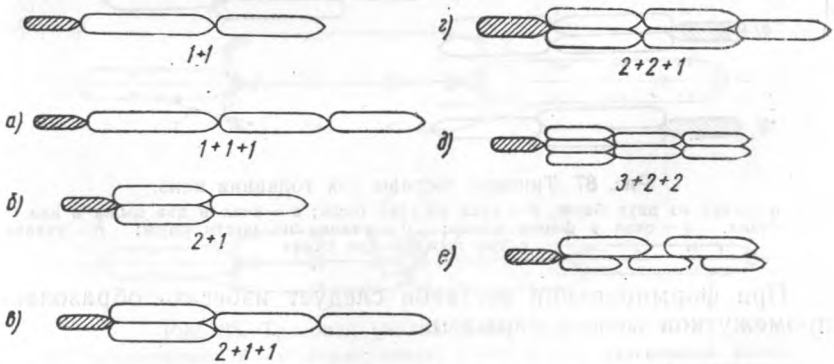


Рис. 86. Типовые составы для толкания вверх

попутный поток передних, что снижает общее сопротивление состава. Удельное сопротивление такого состава меньше, чем при толкании одиночных барж, на 15—25%.

Состав, учаленный в кильватер, устойчив на курсе и хорошо управляется (рис. 86, *а*).

Хорошие показатели при толкании получены также при учалке состава из трех барж в форме клина (рис. 86, *б*). Этот состав будет более устойчив на курсе, если задние баржи имеют одинаковую осадку. Составы из четырех барж учаливаются в форме безмена (рис. 86, *в*).

Составы в форме клина и безмена имеют несколько большее сопротивление по сравнению с кильватерным составом, но у составов формы клин и безмен лучшая управляемость. Пять, шесть и более барж учаливаются в удлиненный клин (рис. 86, *г, д*).

2. Типовые составы для толкания вниз

Толкаемые составы для движения вниз обычно формируются из судов, жестко учаленных пыжами (рис. 87). Эти составы меньше по длине и имеют несколько худшую обтекаемость по сравнению с составами для движения вверх, но при этом они имеют лучшую управляемость. Толкач не должен входить далеко в промежутки (шалманы) между баржами, так как это снижает управляемость состава.

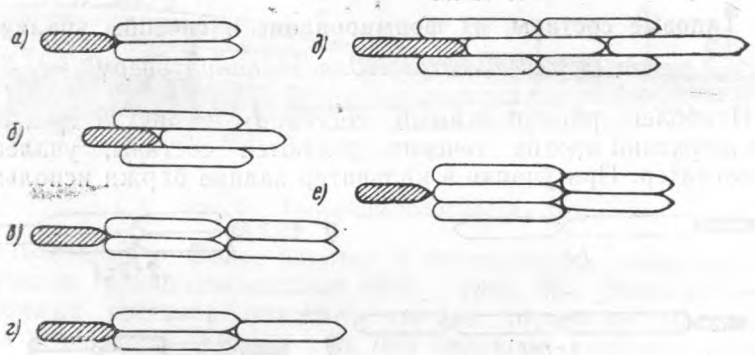


Рис. 87. Типовые составы для толкания вниз:
а — счал из двух барж; *б* — счал из трех барж; *в* — счал в два пыжа в два счала; *г* — счал в форме клина; *д* — учалка из шести барж; *е* — учалка в три пыжа в два счала

При формировании составов следует избегать образования промежутков между баржами.

Учалка и формирование типовых составов

Процесс формирования толкаемых составов во многом аналогичен процессу формирования буксирных составов. Формирование обычно начинается с головной баржи или барж первого счала.

Подводка барж к месту формирования может производиться рейдовыми судами буксировкой или толканием. Рейдовый бук-

сировщик подводит баржи второго счала к носовому плечу барж первого счала. Затем баржи второго счала на швартовных тросах спускают под корму барж первого счала. Рейдовый толкач подводит баржи непосредственно к корме баржи переднего счала. При большом тоннаже таким же способом, как при проводке на тросе, баржи подводят к носовой части барж первого счала и затем спускают на швартовных тросах. Если состав имеет несколько счалов, то с целью экономии времени и совмещения операций по учалке можно производить формирование по частям. Например, при кильватерном счале, пока рейдовый буксировщик подводит к головной барже вторую баржу и производит их учалку, транзитный толкач учаливается с третьей баржей, а затем подводит ее к двум баржам, сформированным рейдовым буксировщиком. Аналогичные операции можно производить и с многими видами других составов.

Учалка толкаемых составов

В настоящее время применяются два вида учалки толкаемых составов: с помощью тросов и с помощью автосцепов. На рис. 88 показаны схемы тросовой учалки толкаемых составов.

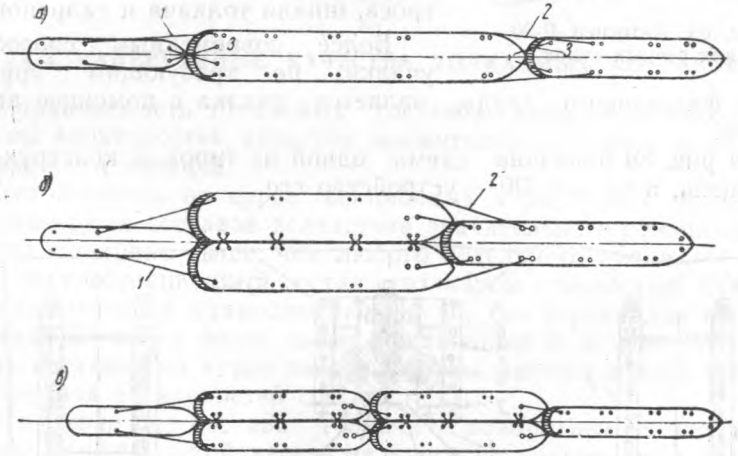


Рис. 88. Тросовая учалка толкаемых составов:
а — кильватерного; *б* — в форме клина; *в* — в форме удлиненного клина; *1* — вожжевые тросы толкача; *2* — вожжевые тросы баржи; *3* — крестовые тросы толкача и баржи

Следует отметить, что подача вожжевых со средних кнехтов толкача практически не увеличивает напряжений в вожжевых. Напряжения в вожжевых тросах как у толкача, так и у барж могут быть значительно снижены путем применения двухупорной транцевой рамы, которой в настоящее время оборудована значительная часть буксирных судов-толкачей старой построй-

ки и которая ставится на вновь строящихся толкачах. Ширина рамы между упорами 5—8 *м* (в зависимости от ширины корпуса толкача).

Двухупорной рамой оборудуются носовая и кормовая части многих барж. Для снижения динамических нагрузок в вожжевых тросах, кроме талрепов, в них ставят пружинные амортизаторы. Эти мероприятия повысили прочность учалки до прочности корпусов барж, что позволило применять толкание судов в крупных водохранилищах при высоте волны до 1,6—1,8 *м*.

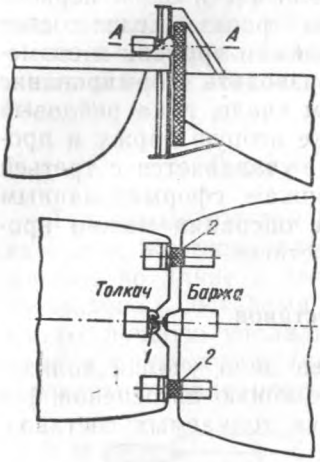


Рис. 89. Автосцеп Р-20 для речных судов

При двухупорном сцепе достигается большая жесткость и надежность учалки, а также отпадает потребность в упорных тросах в тех составах, где толкач упирается в промежуток между баржами.

Натяжение вожжевых тросов при талрепной учалке производится сначала с одного борта, затем с другого при помощи вспомогательного троса, шпиля толкача и талрепов.

Более современным способом учалки, не требующим применения физического труда, является учалка с помощью автосцепов.

На рис. 89 показана схема одной из типовых конструкций автосцепа, а на рис. 90 — устройство его.

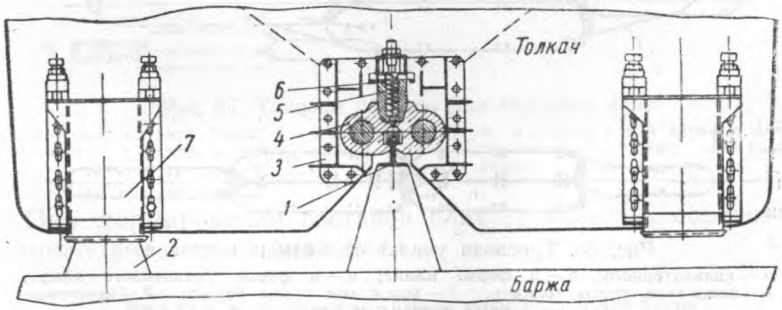


Рис. 90. Устройство автосцепа Р-20

На корме баржи в диаметральной плоскости расположен сцепной рельс *1*, а по обеим сторонам его — боковые вертикальные упоры *2*. Высота сцепного рельса и упоров рассчитана

на сцепление толкача как с порожней, так и с груженой баржами.

Укрепленный в носовой части толкача сцепной замок клешневого типа расположен в корпусе *3*. Клешни *4*, шарнирно закрепленные в корпусе, при сцеплении захватывают головку сцепного рельса. Запорный клин *5*, расположенный в параллельных направляющих, замыкает клешни при сцеплении, а пружина *6* постоянно прижимает его к клешням.

Для расцепления замка необходимо сместить клин назад; при отходе толкача от баржи задним ходом клешни расходятся.

Против упоров *2* на толкаче расположены упорные выдвижные башмаки *7*, длина которых регулируется.

Расцепление замка может производиться дистанционно, из ходовой рубки толкача, с помощью специального привода. Возможно и непосредственное расцепление замка при помощи съемного рычага.

Надежность работы автосцепа при крене и дифференте баржи и толкача (особенно на небольшой волне) обеспечивается наличием зазора между сцепным рельсом и клешнями замка, а также упорных башмаков, которые расположены в одной плоскости с замком (плоскость *А—А* на рис. 89).

§ 3. МАНЕВРЕННЫЕ КАЧЕСТВА ТОЛКАЕМЫХ СОСТАВОВ

Управляемость толкаемых составов зависит от габаритов, формы оконечностей, качества движительно-рулевого комплекса и мощности толкача.

Устойчивость на курсе секционных и баржевых груженых кильватерных составов вследствие значительного отношения их длины к ширине выше, чем любого отдельного судна.

Так, трехсекционный состав с толкачом мощностью 1200 *л. с.* удерживается на прямолинейном курсе без перекладок насадок толкача 10 *мин* и более, а двухсекционный 2—5 *мин*. Устойчивость составов на курсе тем выше, чем меньше подрез носовой и кормовой оконечностей состава.

При ходе без состава толкачи с поворотными насадками имеют худшую устойчивость на курсе по сравнению с другими судами.

Поворотливость толкаемых составов характеризуется угловой скоростью поворота, относительным диаметром циркуляции и временем между началом поворота руля и началом изменения курса.

На поворотливость толкаемых составов большое влияние оказывает энерговооруженность состава, характеризующаяся величиной мощности толкача, приходящейся на единицу грузоподъемности состава (*л. с./т*). Энерговооруженность существующих составов лежит в пределах от 0,85 до 0,1 *л. с./т*. При мень-

Таблица 6

Характер маневра	Показатели и единица измерения	Теплоход типа „Дунайский" N_e — 1340 *л. с.*										Теплоход типа „Харбин" N_e—1200 *л. с.* с 2 секциями Т—1—1		Теплоход типа „ОТ—800" N_e—800 *л. с.* с 1 баржей (проекта 425) Т—1	
		С 1 баржей (проекта 567) Т—1		С 2 баржами (проекта 567) Т—1—1		С 3 баржами (проекта 567) Т—1—1—1		С 4 баржами (проекта 567) Т—1—1—1—1		С 4 баржами (проекта 567) Т—2—2					
		порожнем	в грузу	порожнем	в грузу	порожнем	в грузу	порожнем	в грузу	порожнем	в грузу	порожнем	в грузу	порожнем	в грузу
Разгон	Скорость *км/час*	19,5	18	16	—	15,7	—	15	—	14	—	18	—	—	15
	Путь, *м*	400	900	400	—	400	—	450	—	400	—	—	—	—	1000
	Время, *мин*	2	4	2	—	2,2	—	2,5	—	2,5	—	—	—	—	7
Торможение	Путь, *м*	160	400	200	—	190	—	190	—	160	—	140	600	—	450
	Время, *мин*	0,8	2,5	0,9	—	0,9	—	1	—	1	—	1,3	4,5	—	3,5
Свободный выбег	Путь, *м*	700	1400	700	—	700	—	750	—	650	—	—	—	—	1500
	Время, *мин*	5	11	5,5	—	6	—	7	—	6,5	—	—	—	—	16

Продолжение табл. 6

Характер маневра	Показатели и единица измерения	Теплоход Ч800 N_e—800 *л. с.*						Теплоход „Илья Муромец" N_e—600 *л. с.*				Пароход „Русский" 630 *л. с.* с 1 баржей (проект 425) —1		Пароход „Арарат" 530 *л. с.* с 2 баржами (проект 461) Т—1—1		Теплоход „Шлюзовой—1" 600 *л. с.* с 1 баржей (проект 425)	
		С 1 баржей (проект 425) Т—1		С 2 баржами (проект 425) Т—1—1		С 3 баржами (проект 425) Т—1—1—1		С 1 баржей (проект 461) Т—1		С 1 баржей (проект 567) Т—1							
		порожнем	в грузу	порожнем	в грузу	порожнем	в грузу	порожнем	в грузу	порожнем	в грузу	порожнем	в грузу	порожнем	в грузу	порожнем	в грузу
Разгон	Скорость *км/час*	—	14	—	11,5	—	9,5	14	12,5	—	15	14,5	13	11	9,5	—	11,5
	Путь, *м*	—	900	—	1000	—	900	350	900	—	1100	400	1000	320	1100	—	700
	Время, *мин*		6,5	—	7	—	8,5	2	6	—	7	2,5	6,5	2,5	9	—	6
Торможение	Путь, *м*	—	400	—	350	—	390	180	450	—	350	200	400	180	300	—	300
	Время, *мин*		3	—	3,5	—	4,5	1,6	4	—	1,5	2	3	2	3,5	—	3
Свободный выбег	Путь, *м*	—	1600	—	2000	—	1500	600	1600	—	—	600	1700	500	1700	—	1100
	Время, *мин*	—	17	—	12	—	20	6	18	—	—	6	18	7	20	—	15

Условное обозначение форм сцалов:

Т—1 — толкач с одной баржей;
Т—1—1 — толкач с двумя баржами, учаленными в кильватер;
Т—1—1—1 — толкач с 3 баржами;
Т—1—1—1—1 — толкач с 4 баржами;
Т—2—2 — толкач с 4 баржами, сцаленными попарно.

шей энерговооруженности составы управляются неудовлетворительно, что необходимо учитывать при формировании составов.

На управляемость порожних толкаемых составов значительно влияет ветер. При бортовых ветрах силой более 5—6 баллов порожние толкаемые составы теряют управляемость. Это объясняется тем, что порожние составы имеют большое отношение боковой надводной площади парусности к подводной из-за малой осадки и большой высоты надводного борта. Например, у составов разряда «О» отношение надводной площади парусности к подводной равно 13 : 1, тогда как даже у трехпалубного пассажирского теплохода это отношение равно 6 : 1. Поэтому на порожний толкаемый состав ветер оказывает большее влияние, чем на пассажирское судно.

При толкании порожних составов следует при формировании состава стремиться к уменьшению активной площади парусности за счет увеличения числа пыжей в составе, а при толкании судов в водохранилищах, где движение пыжевых составов из-за ударов барж друг о друга при волнении может вызвать повреждение судов, следует применять балластировку судов состава.

Толкаемый состав обладает большими инерционными силами. Длина пути, проходимого составом по инерции, увеличивается с увеличением скорости и водоизмещения состава и уменьшается с увеличением числа счалов состава.

В табл. 6 приведены значения инерционных характеристик для типовых толкачей с составами в спокойной воде.

§ 4. ПОДГОТОВКА К РЕЙСАМ ТОЛКАЧА И СОСТАВА. ОТПРАВЛЕНИЕ В РЕЙС И ОБОРОТЫ С ТОЛКАЕМЫМ СОСТАВОМ

Момент постановки состава в конечном пункте на якоря или бочки и уборки с толкача поданных на состав учалочных средств считается окончанием рейса.

Техническая обработка толкача в порту должна производиться по установленным нормам и в порядке, изложенном в типовых циклах обработки толкачей данного типа.

После того как в порту закончится обработка толкачей и подготовка к новому рейсу, а состав будет сформирован, толкач подходит к корме последних барж состава и производит учалку. Капитан толкача в это время осматривает и проверяет баржи и их соответствие требованиям Правил технической эксплуатации. Особое внимание при этом обращается на прочность и исправность сцепов, талрепов, амортизаторов, кнехтов.

Рекомендуются следующие минимальные размеры учалочных тросов для учалки судов толкаемого состава, которыми должны руководствоваться судоводители толкачей при приемке состава к толканию.

Таблица 7

Мощность толкача в *л. с.*	Диаметр тросов в *мм*		
	носовых швартовных	вожжевых	упорного для толкача
До 200	13,0	17,0	18,5
201—300	14,0	18,5	22,0
301—500	17,0	26,0	32,5
501—750	18,5	34,0	38,0
Свыше 750	20,5—22,0	37,0—41,0	40,0—60,0

При отсутствии или малом запасе резьбы в талрепах следует до отправления в рейс перезарядить их.

Проверяя учалку барж между собой, капитан не должен допускать, чтобы острые углы одной баржи (например, углы кринолинов) упирались в незащищенные борта других. Следует проверить исправность и готовность якорей к отдаче, наличие и исправность сигнальных огней и рулевого устройства.

К окончанию учалки нужно убедиться в отсутствии перекосов в расположении отдельных барж состава и в точном совпадении диаметральной плоскости толкача с продольной осью кильватерного состава. У пыжевых составов диаметральная плоскость толкача должна совпадать с направлением равнодействующей сил сопротивления воды движению состава.

До отправления в рейс, сообразуясь с особенностями условий плавания, капитан толкача через диспетчерский аппарат должен осведомиться о гидрометеорологической обстановке на предстоящий рейс и провести в связи с этим на составе подготовительные мероприятия (подготовка якорных устройств, крепление палубных грузов, задрайка горловин люков и бортовых иллюминаторов и т. д.).

Выход составов на судовой ход

Съемка состава с якорей или швартовых производится аналогично маневрированию крупнотоннажного одиночного судна.

Возможны два наиболее характерных способа выхода толкаемого состава на судовой ход.

1. Выход на переднем ходу, когда условия плавания и расположение судов на рейде допускают движение под небольшим углом к направлению струй течения и к судовому ходу (рис. 91).

До подъема якорей или съемки со швартовых капитан толкача осматривает судовой ход и рейд, снимается с якоря или швартовных тросов, увеличивает обороты машин и удерживает состав параллельно струям течения. После того как состав при-

обретет поступательное движение вперед и управляемость состава улучшится, начинают уклонение в сторону судового хода, не допуская при этом больших углов между курсом состава и направлением течения. После выхода на судовой ход в зависимости от нужного направления движения или производят оборот или, увеличив ход до полного, продолжают движение против течения.

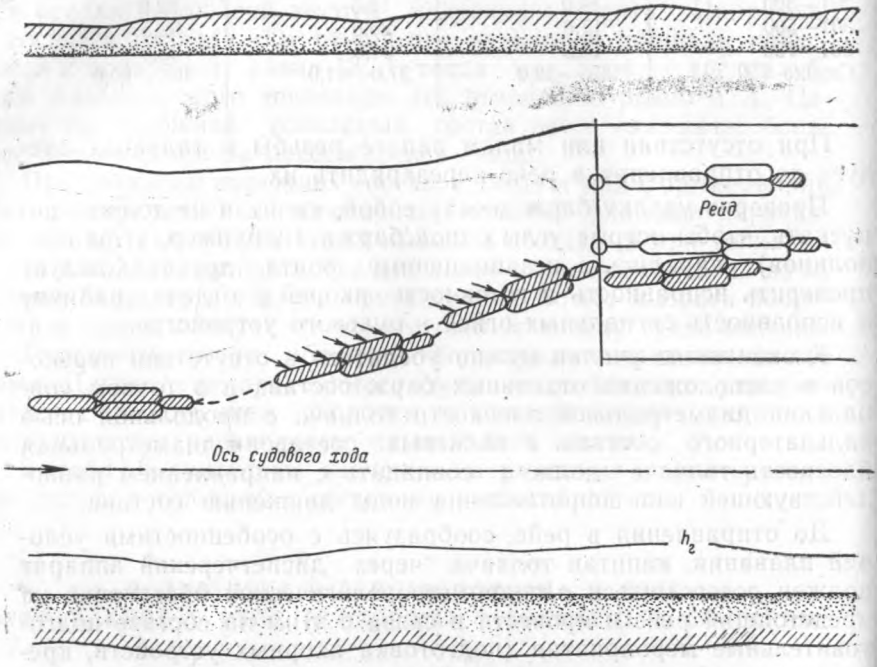


Рис. 91. Выход состава на судовой ход со свободного рейда

2. Выход состава с занятого судами рейда. Если на траверзе толкаемого состава между ним и судовым ходом стоят суда, а впереди имеется интервал, превышающий длину состава, то в этих условиях можно применить следующий маневр (рис. 92). После подъема якорей или съемки со швартовов (положение *2*) толкаемый состав направляют прямо вперед. После того как корма толкача пройдет траверз якорей причальных средств или судов, стоящих на траверзе состава (положение *3*), движение вперед прекращают. Машина работает на таком режиме, чтобы состав не двигался относительно берега вперед, но и не сносился течением назад. Рули толкача перекладывают в сторону судового хода и состав ставят под углом 15—20° к направлению струй течения (положение *4*). При больших скоростях течения угол не должен превышать 10—15°.

В это время давление на состав со стороны водного потока увеличивается, поэтому нужно увеличить обороты машин. После отклонения состава на указанный угол рули ставятся в положение прямо, а затем на некоторый угол в противоположную

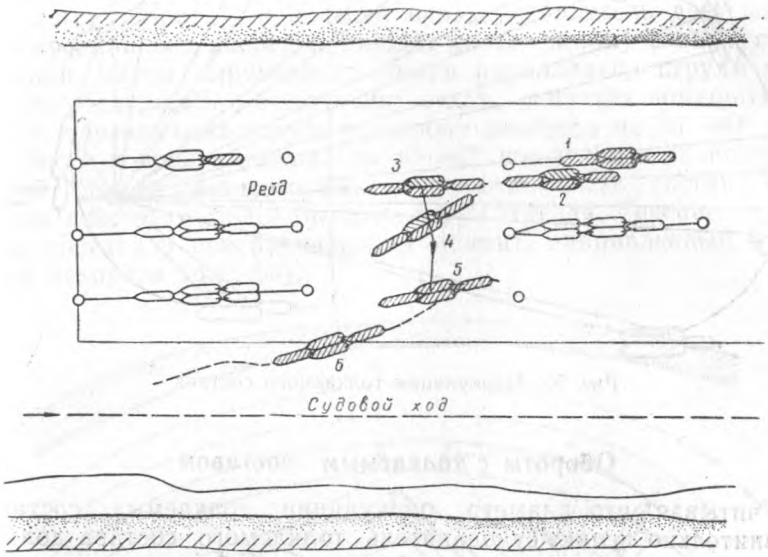


Рис. 92. Выход состава с занятого судами рейда

сторону. Под действием струй течения и давления воды на рули состав получает боковой дрейф и, пройдя интервал между судами, выходит на судовой ход.

Циркуляция толкаемого состава

Для производства оборотов с толкаемым составом чрезвычайно большое значение имеет знание судоводителями маневренности и управляемости толкаемого состава и действие отдельных факторов при выполнении циркуляции.

Форма циркуляции на течении имеет вид эллипса, большая ось которого направлена вдоль реки. Отношение осей приблизительно равно 2. Циркуляция состава на водохранилище при отсутствии течения и ветра близка к окружности. Усилия, возникающие в вожжевых тросах при циркуляции, имеют максимальное значение в начале поворота. В дальнейшем они снижаются и остаются почти неизменными. Ниже приводится схема цирку-

ляции толкаемого состава, полученная во время испытаний (рис. 93).

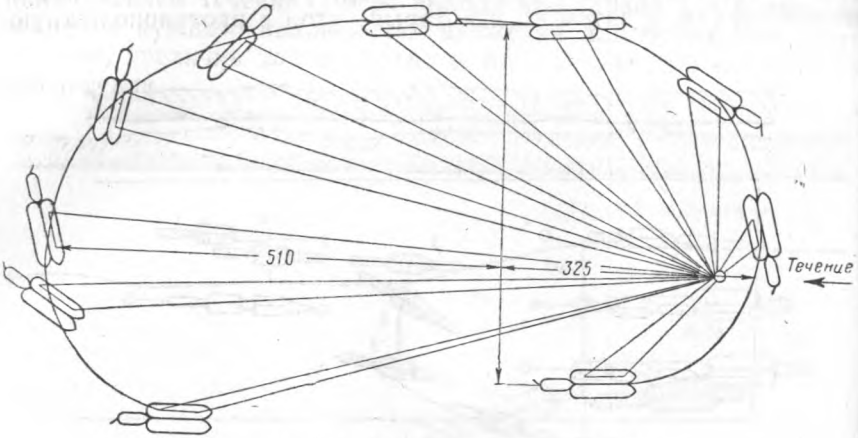


Рис. 93. Циркуляция толкаемого состава

Обороты с толкаемым составом

Учитывая, что диаметр циркуляции толкаемых составов сравнительно велик, судоводитель толкаемого состава должен придавать особое значение выбору места оборота и направлению поворота с учетом всех факторов, способствующих уменьшению диаметра циркуляции и безопасности учалочных средств.

Во всех случаях судоводитель должен во избежание обрыва учалочных тросов избегать резких значительных перекладок рулей. При производстве оборота руль сначала перекладывают на 5—10°, затем, после натяжения вожжевых тросов, его плавно перекладывают на борт. Это мероприятие способствует сокращению радиуса циркуляции (в некоторых случаях до 20%).

До начала оборота скорость движения состава должна быть снижена, что будет способствовать уменьшению напряжений в учалочных тросах. При производстве оборотов в условиях ограниченных габаритов судового хода должны быть приготовлены к отдаче, в качестве дополнительных мер, якоря для погашения инерции и безопасности маневра.

Следует различать два наиболее типичных способа оборота толкаемого состава:

1) на переднем ходу;

2) с изменением хода.

В первом случае время маневра значительно меньше, но требуются несколько бóльшие габариты судового хода. Второй способ применяется только при производстве оборота в узких местах.

Оборот при постоянном поступательном движении вперед

Этот вид оборота по технике не отличается от маневрирования при оборотах крупнотоннажных судов.

После снятия с носовых якорей или со швартовых для производства оборота и движения вниз судоводитель дает малый или средний ход вперед и отводит состав в зону слабых струй течения. Затем выравнивает состав параллельно струям течения и, убедившись в отсутствии судов, могущих помешать маневру, перекладывает руль в сторону поворота на 35—40°.

После поворота состава на 30—40° его угловая скорость начинает быстро расти, так как на носовую часть состава в это время действуют более быстрые струи течения. Течение создает снос состава и поворачивающий момент, направленный в сторону поворота (рис. 94).

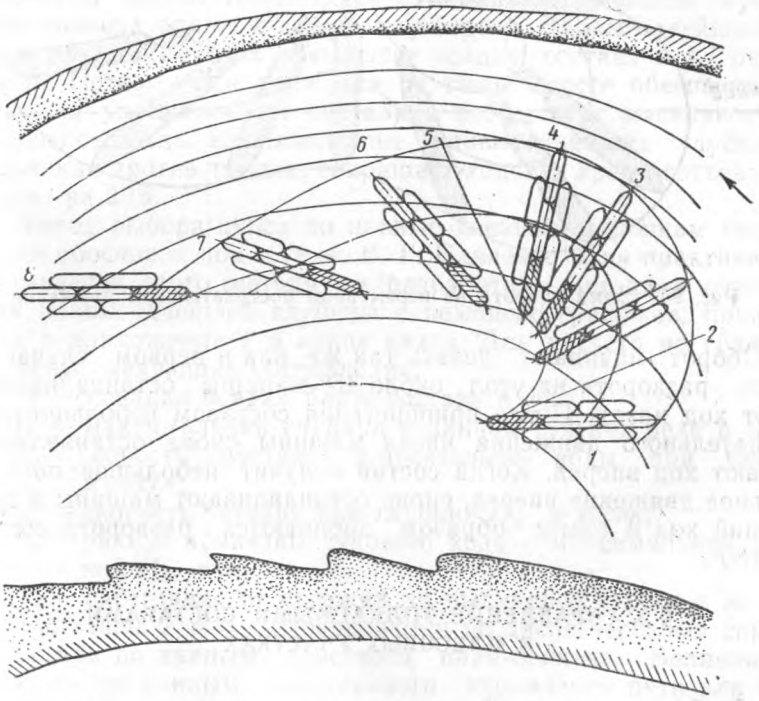


Рис. 94. Оборот с толкаемым составом при постоянном поступательном движении вперед

Когда состав будет занимать положение, близкое к перпендикулярному по отношению к водному потоку, поступательное движение состава и поворачивающий момент от течения будут увеличиваться.

При приближении носовой части состава к берегу нужно машине, находящейся с внутреннего борта по отношению к повороту, дать задний ход и увеличить обороты обеих машин. После поворота на угол около 30—40° машину, работающую «назад», останавливают, а затем переводят на режим переднего хода и состав выводят на нужный курс.

Оборот с изменением хода. Этот способ оборота применяется тогда, когда оборот на переднем ходу из-за малых габаритов судового хода по ширине выполнить невозможно (рис. 95). В этом случае судоводитель должен знать характеристику машин в отношении гашения инерции состава на заднем ходу. Для производства оборота нужно, чтобы акватория реки была свободной от подводных препятствий и от судов на расстоянии не менее 4—5 длин состава от места начала оборота.

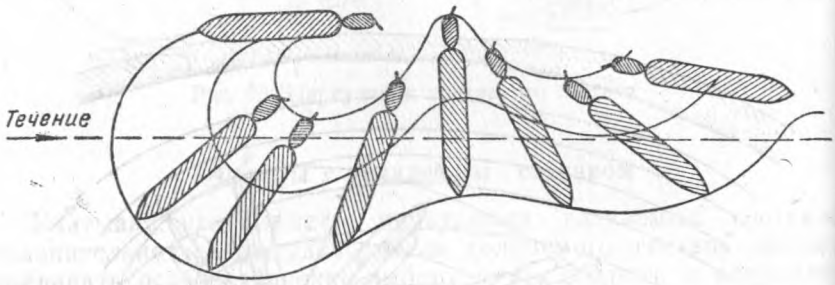


Рис. 95. Схема оборота на переменном поступательном движении

Оборот начинают делать так же, как в первом случае, но после разворота на угол около 45° машины останавливают и дают ход назад. После приобретения составом небольшого поступательного движения назад машины снова останавливают и дают ход вперед. Когда состав получит небольшое поступательное движение вперед, снова останавливают машины и дают задний ход и таким образом добиваются разворота состава на 180°.

§ 5. УПРАВЛЕНИЕ ТОЛКАЕМЫМИ СОСТАВАМИ В ПЛЕСОВЫХ УЧАСТКАХ

Выбор наивыгоднейшего курса при толкании составов

В отличие от буксирного состава толкаемый состав обладает хорошей устойчивостью на курсе и управляемостью, а главное, может тормозить свое движение и двигаться задним ходом.

Все эти особенности толкаемого состава благоприятствуют рациональному использованию путевых условий и достижению наибольших скоростей движения.

Особенности выбора курса толкаемого состава вытекают из следующего:

1) хорошая устойчивость на курсе позволяет при ходе против течения максимально использовать тиховоды, а при ходе по течению — стрежневые струи;

2) прочность учалки толкаемого состава позволяет точно вписывать состав в крутые повороты и колена, уверенно проходить затруднительные участки пути.

Использование естественных особенностей речного русла путем выбора наивыгоднейшей трассы судового хода является одним из важных источников повышения технической скорости и увеличения провозной способности речных составов.

Для каждого состава на определенном участке реки при данных уровне воды и скорости течения существуют определенные наивыгоднейшие глубины в направлении движения. При движении против течения трасса с наивыгоднейшей глубиной расположена ближе к выпуклому берегу. Наивыгоднейшая глубина во всех случаях превышает осадку состава в 1,7 раза и более. Поэтому при движении по такой трассе обеспечивается хорошая управляемость состава и отсутствует рыскливость от неровностей дна. Использование наивыгоднейших глубин при движении против течения сокращает ходовое время состава примерно на 20%.

Метод выбора курса по наивыгоднейшим глубинам теоретически обосновал доц. к. т. н. В. Г. Павленко. Для практического применения этого метода им разработана методика определения наивыгоднейшей глубины с помощью графиков, приведенных в приложении 1 в конце книги. Для расчета по графикам введены следующие обозначения:

T — средняя осадка барж состава в *м*;

$H_м$ — максимальная глубина в данном сечении реки в *м*;

$v_м$ — скорость состава относительно воды при глубине в *м/сек*;

$c_{р.т}$ — скорость течения при глубине $H_м$ в *м/сек*;

$r_м$ — радиус кривизны судового хода с максимальной глубиной $H_м$ в *м*;

b_1 — расстояние от стержня до выпуклого берега в *м*.

Величины T и $v_м$ определяются по диспетчерскому справочнику или по данным рейсового план-приказа. Величины $H_м$ $c_{р.т}$ — по данным бассейнового управления пути или лоции реки, а величины $r_м$ и b_1 — по навигационной карте.

Затем подсчитываются безразмерные входные параметры графиков ρ_0, t_0 и $\sigma_т$:

$$\rho_0 = \frac{b_1}{r_м}; \quad t_0 = \frac{T}{H_м}; \quad \sigma_т = \frac{c_{р.т}}{v_м}$$

и тяговой параметр q, который определяется по табл. 8. Значению $\rho_0 = 0$ на графиках соответствует прямой участок реки.

Таблица 8

Вес состава	q	$v_м$			
		Толкание		Буксировка	
		м/сек	*км/час*	*м/сек*	*км/час*
Очень тяжелый . . .	0,4	2,19	7,9	1,60	5,8
Тяжелый	0,8	2,78	10,0	2,17	7,8
Средний	1,2	3,12	4,2	2,50	9,0
Легкий	1,6	3,35	12,0	2,75	9,9
Очень легкий . . .	2,0	3,56	12,8	2,36	10,7

Каждый график содержит пять диаграмм, отвечающих различным значениям тягового параметра q, зависящего от скорости $v_м$. Поскольку величина q мало влияет на наивыгоднейшую глубину судового хода, то следует принять ближайшее стандартное значение q и пользоваться соответствующими диаграммами, не прибегая к интерполяции.

Порядок определения наивыгоднейшей глубины с помощью графиков состоит из трех последовательных операций. Сначала по значению ρ_0, округленному до первого знака после запятой, из приведенных графиков выбирается один нужный. Затем по значению q на этом графике выбирается одна из пяти диаграмм. После этого по значениям t_0 диаграммы, отложенному по горизонтальной оси, и σ_m, отложенному в виде наклонных линий через одну десятую значения σ_m на диаграмме, определяем точку на пересечении этих значений и на вертикальной оси графика с левой стороны против этой точки определяем коэффициент наивыгоднейшей глубины h_0. Умножив h_0 на $H_м$, получим наивыгоднейшую глубину H_0.

Для примера произведем расчет для прямого участка пути при следующих данных:

теплоход мощностью 600 *л. с.* толкает две металлические баржи грузоподъемностью 1500 *т* каждая, при этом $T = 1{,}8$ *м*; $H_м = 9{,}7$ *м*; $v_м = 12{,}6$ *км/час*; $c_{р.т} = 6{,}65$ *км/час*. Подсчитываем входные параметры: $t_0 = \frac{T}{H_м} = 0{,}186$; $\sigma_m = \frac{c_{р.т}}{v_м} = 0{,}53$.

Принимаем в соответствии с табл. 7 $q = 2{,}0$.

Отбираем для расчета график, соответствующий $\rho_0 = 0$ (приложение 1, рис. 1). На графике рис. 1, где $q = 2{,}0$, обозначена пятая справа диаграмма. По этой диаграмме по t_0 и σ_m снимаем значение $h_0 = 0{,}42$.

Наивыгоднейшая глубина H_0 равна $H_0 = h_0 H_м = 4{,}1$ *м*.

При выходе на этот участок судоводитель включает эхолот и начинает уклоняться в сторону песчаного берега. Как только глубина по эхолоту покажет 4 *м* (точность измерения глубины

эхолотом не превышает 10 *см*), курс судна избирается параллельно берегу. Это и будет наивыгоднейший курс состава на данном участке.

Произведем расчет для тех же исходных данных на закруглении реки, характеризуемом величинами: $r_т = 1320$ *м*; $в_1 = 264$ *м*. Входной параметр $\rho_0 = \frac{в_1}{r_т} = 0{,}20$.

Отбираем график рис. 3 (приложение 1) по $q = 2{,}0$ определяем, что нужно пользоваться пятой справа диаграммой. По значению $t_0 = 0{,}186$ и $\sigma_т = 0{,}53$ этой диаграммы определяем, что $h_0 = 0{,}42$. Наивыгоднейшая глубина равна 4,1 *м*, т. е. наивыгоднейшая линия курса проходит вдоль выпуклого берега с глубиной 4,1 *м*. Совпадение наивыгоднейших глубин на прямолинейном и криволинейном участках в данном случае показывает, что большой радиус кривизны мало влияет на величину наивыгоднейшего курса судна, что характерно для рек с быстрыми скоростями течения.

Управление толкаемыми составами в плесовых участках при движении вверх

Для плесовых участков характерны широкие русла, большие глубины и ровное течение.

Толкаемый состав обладает большой инерцией, поэтому для изменения направления его движения в течение длительного времени требуется большой поворачивающий момент. Легкие составы после перекладки руля начинают производить поворот через несколько секунд. Тяжелые составы начинают поворачивать через несколько десятков секунд. Это, кроме прочих факторов, в основном определяется отношением площади руля к площади продольного сечения состава. Угол перекладки у толкаемых составов при прохождении прямолинейных участков обычно не превышает 2—3°.

Тиховод целесообразно использовать тогда, когда ширина состава меньше ширины тиховода, а потери скорости от увеличения сопротивления на мелководье меньше разности скоростей течения на плесе и в тиховоде.

При движении по криволинейному участку курс обычно избирается по тиховоду у выпуклого берега. При этом необходимо производить правильную заправку состава при заходе в тиховод и выходе из него: углы захода и выхода по возможности должны быть минимальными (не больше 15° по отношению к струям течения). При бóльших углах захода и выхода будут бóльшие потери скорости.

Кроме того, при выходе из тиховода под бóльшим углом отдавления струй воды на носовую часть состава создается сильный поворачивающий момент, направленный по течению, могу-

щий поставить состав поперек русла реки и в конечном счете вызвать столкновение судов или удар о берег.

Если по условиям плавания приходится переваливать из тиховода одного берега в тиховод другого (рис. 96), во избежание больших потерь скорости движения приходится вводить

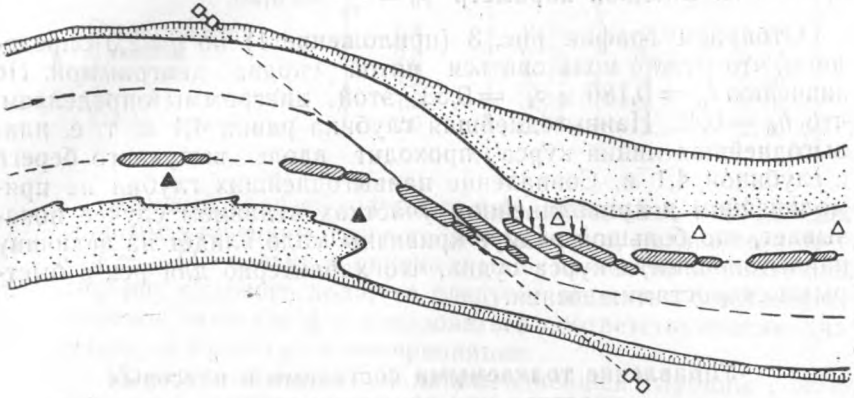


Рис. 96. Проводка вверх толкаемого состава на плесовом участке с использованием тиховодов

поправку к курсу на снос от течения. Величина этой поправки в практике определяется опытным путем, но ее легко определить и теоретически (рис. 97). Если на линии курса состава, расположенной под углом к течению, отложить из произвольно взятой точки O скорость v движения состава и скорость течения $v_т$ в том же масштабе, то диагональ параллелограмма, построенного на этих скоростях, будет показывать фактическое направление движения состава и величину фактической скорости $v_ф$ его. Поправка к курсу на снос от течения γ определяется графически или по формуле

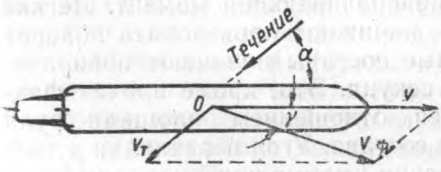


Рис. 97. Определение поправки к курсу на снос течением

$$\cos\gamma = \frac{v^2 + v_ф^2 - v_т^2}{2v \cdot v_ф}. \qquad (1.4)$$

Рисунок и формула показывают, что с уменьшением скорости движения состава величина сноса будет увеличиваться, поэтому при прохождении мест со свальными течениями судно должно идти с максимально возможной скоростью. Курс избирается ближе к той кромке судового хода, откуда направлен свал воды.

При использовании тиховодов, расположенных за выступами горных рынков, следует учитывать возможное наличие ниже этих рынков, суводей, особенно во время паводков. Попавший в суводь состав нужно немедленно направить к центру суводи, а после пересечения центра — в сторону главных струй (рис. 98). При заходе носовой части состава в главные струи

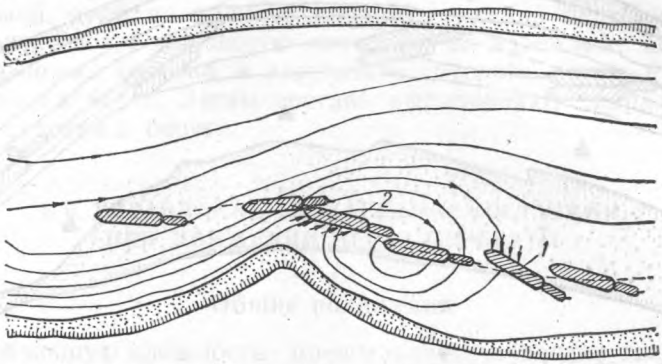


Рис. 98. Управление составом при попадании в суводь

нужно, во избежание разворота состава по течению, переложить руль в сторону рынка. При движении в суводи учалочные тросы состава испытывают большие усилия, которые могут привести к обрыву тросов. Резкие перекладки руля увеличивают напряжения, поэтому при управлении составом в суводи их нельзя допускать. При движении составов следует использовать тиховоды ниже ухвостья острова и вдоль него. При подходе к приверху острова следует заблаговременно отвести состав от острова, чтобы он не попал в струи воды, идущие в воложку. Нужно стремиться максимально использовать ходовые воложки, сокращающие ходовое время.

Управление толкаемыми составами при движении по течению

Толкаемые составы устойчивы на курсе и при движении по течению.

При движении на плесовых участках с небольшой кривизной судового хода курс избирается по линии стрежневых струй течения. Проводка составов в данном случае не вызывает затруднений и управление составами осуществляется обычными методами. При движении по прямолинейному участку курс обычно избирается ближе к середине реки, а при движении по криволинейному участку — ближе к вогнутому берегу, с небольшим углом дрейфа. При оптимальном угле перекладки руля состав должен двигаться параллельно вогнутому берегу в зоне стрежневых струй (рис. 99).

Значительно усложняется процесс управления толкаемыми составами при движении по течению, а также при прохождении крутых колен и поворотов.

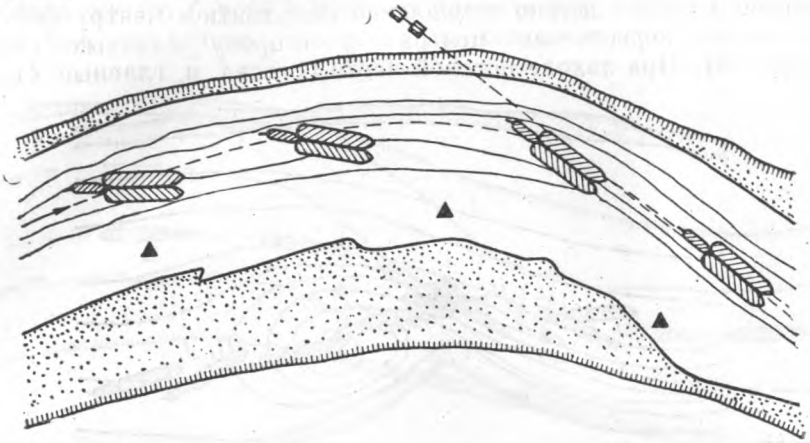


Рис. 99. Управление толкаемым составом в плесовом участке при движении по течению

При движении по течению центробежная сила и давление от струй течения создают перемещение состава в сторону вогнутого берега, при этом возникает угроза навала на берег.

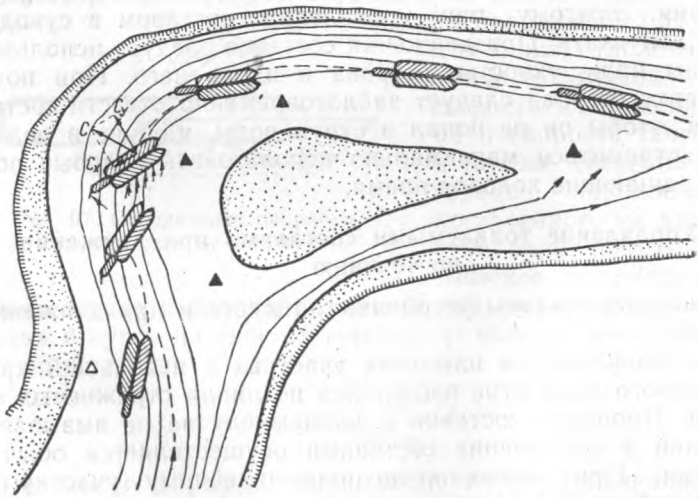


Рис. 100. Управление толкаемым составом на крутом повороте реки при движении по течению

При подходе к крутому повороту судоводитель до начала поворота должен снизить скорость хода, чтобы уменьшить

инерционные силы состава и отвести состав ближе к выгнутому берегу (рис. 100). Затем начинают разворачивать состав с таким расчетом, чтобы в момент начала поворота он был развернут в сторону поворота на возможно больший угол. Когда состав будет входить в поворот, ход увеличивают до полного и рули перекладывают в сторону поворота. Угловая скорость поворота начинает быстро возрастать. После того как разворот состава будет произведен настолько, что можно двигаться по прямой, рули на толкаче начинают плавно перекладывать в сторону, противоположную повороту, во избежание сильного раската кормы состава, в результате которого может произойти навал на берег. Затем состав выравнивают параллельно струям течения и берегу.

§ 6. УПРАВЛЕНИЕ ТОЛКАЕМЫМИ СОСТАВАМИ ПРИ ДВИЖЕНИИ ЧЕРЕЗ ПЕРЕКАТЫ

Общие положения

Наибольшую сложность представляет проводка толкаемых составов через перекаты. Ошибки в управлении составом и недоучет внешних факторов приводят к следующим результатам.

Так, при движении вверх имеют место:

а) скольжение состава вдоль подвалья с выходом в затонскую часть переката;

б) выход состава за линию судового хода при движении по корыту переката под действием свальных течений или из-за рыскливости.

При движении вниз:

а) раскат кормовой части состава при заходе на перекат в сторону приверха нижних песков с угрозой посадки на мель;

б) раскат кормовой части состава при выходе из переката с угрозой удара о нижний яр.

Ниже будут рекомендованы меры, направленные к устранению этих опасных явлений при прохождении перекатов.

Управление толкаемым составом при движении через перекат против течения

При толкании составов через перекаты при движении против течения наибольшую сложность представляет подъем толкаемого состава на подвалье переката. Способы заправки состава на перекат, выработанные практикой судовождения, различны и в основном определяются:

глубиной на перекате, положением подвалья относительно струй течения;

расстоянием от подвалья до нижнего яра.

На подвалье переката имеется резкий перепад глубин и скоростей течения. Сопротивление составов при движении вверх здесь сильно возрастает и увеличивается рыскливость. Поэтому успех проводки состава через перекат в основном определяется правильным прохождением подвалья переката.

Различают три характерных положения подвалья переката относительно струй течения и нижнего яра:

1) подвалье переката удалено от нижнего яра на расстояние, достаточное для разворота состава параллельно струям течения на перекате;

2) подвалье переката находится от нижнего яра на расстоянии, недостаточном для предварительного разворота состава;

3) подвалье переката и струи течения на перекате образуют угол менее 60°.

Если подвалье переката достаточно удалено от нижнего яра и в нижней плесовой лощине возможно заранее развернуть состав, заправка на перекат производится следующим образом.

При приближении к перекату судоводитель отводит состав от выпуклого берега ближе к яру и некоторое время идет вдоль яра (рис. 101) на расстоянии, исключающем навал состава от раската кормы при выходе на створную линию. При приближении к створной линии начинают разворачивать состав так, что-

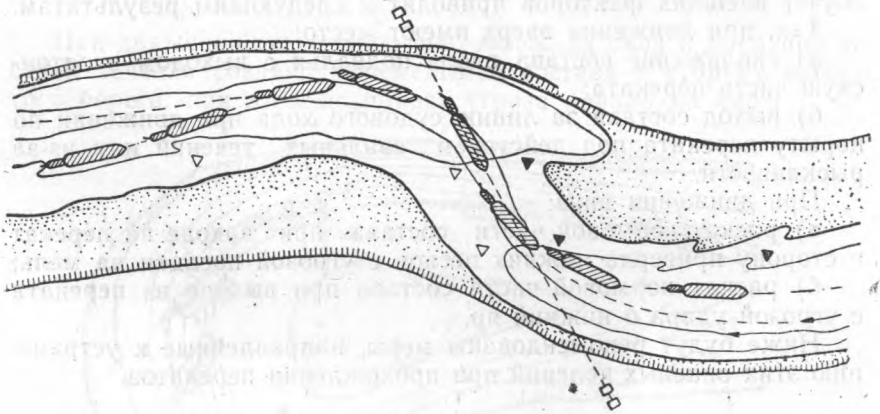


Рис. 101. Управление толкаемым составом при движении через перекат с широкой нижней плесовой лощиной

бы при подходе к подвалью или нижней паре бакенов он был направлен параллельно струям течения и двигался прямолинейно. В этом случае зарыскивания состава при входе на подвалье не происходит. Приблизительно до середины корыта, или несколько выше, состав идет прямолинейным курсом, а затем начинают направлять его ближе к верхним пескам, учитывая свал воды в сторону приверха нижних песков. Если состав будет продолжать движение по створной линии до верхнего яра,

может произойти посадка на мель на приверх нижних песков. Скорость хода при заправке на перекат тяжелых составов и прохождении переката не должна снижаться, так как снижение скорости ухудшает управляемость. После выхода из переката состав продолжает движение по тиховоду вдоль верхних песков переката.

Если расстояние от подвалья переката до нижнего яра не позволяет заблаговременно развернуть состав, то применяется прием заправки состава на перекат, заключающийся в следующем: при подходе к подвалью переката на максимальной скорости состав отводится к середине русла реки (рис. 102). У перекатов с выпуклым подвальем, расположенным близко к нижнему яру, струи воды на подвалье направлены веерообразно. Поворот в сторону подвалья следует начать до подхода к подвалью, чтобы при входе на перекат состав уже имел угловую скорость поворота.

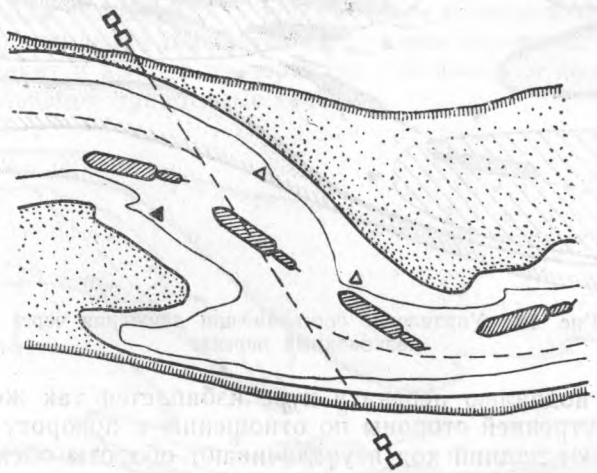


Рис. 102. Заправка состава на перекат с узкой нижней плесовой лощиной

Проводка состава по корыту переката и выход из переката в данном случае не отличаются от обычных.

Если перекат мелководен и запасы воды под днищем на перекате близки к лимитированным Правилами плавания, а подвалье переката расположено к струям течения под углом, меньшим 60°, то даже при постановке состава параллельно струям течения возможно зарыскивание состава вдоль подвалья переката.

Вероятность зарыскивания тем больше, чем больше скорость движения состава на подходе к перекату, так как волна, идущая впереди состава, отражается от подвалья переката и соз-

дает сильное давление воды на борт, обращенный к подвалью. Это приводит к появлению большого поворачивающего момента, направленного в сторону, противоположную повороту, и состав идет вдоль подвалья. Мелководные перекаты часто встречаются у ухвостья острова (рис. 103). При подходе к такому перекату скорость хода снижается до малого или среднего и состав направляют на подвалье переката по направлению главных струй течения. Придав составу угловую скорость в сторону поворота, увеличивают ход, после чего состав входит на подвалье. Так управляют машинами в случае, если толкач колесный или одновинтовой. На двухвинтовых толкачах при подходе

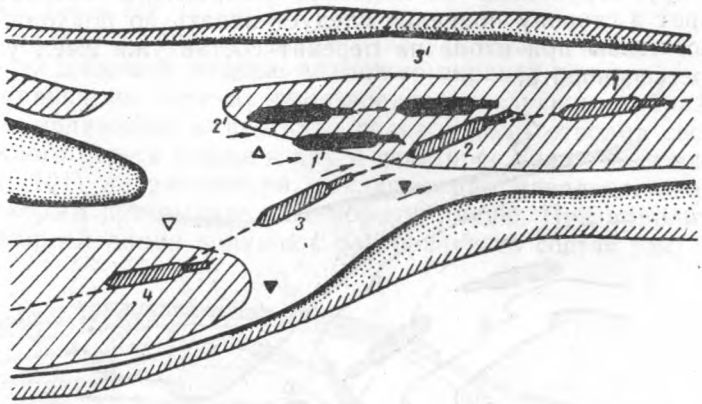


Рис. 103. Управление составом при движении через мелководный перекат

состава к подвалью переката курс избирается так же, но машину с внутренней стороны по отношению к повороту останавливают, дают задний ход и увеличивают обороты обеих машин до максимальных. Состав входит на подвалье переката по инерции. После входа на подвалье машину, работающую назад, останавливают и дают ей передний ход. Преимущество работы винтов одновременно на передний и задний ход в данном случае состоит в том, что поворачивающий момент создается без увеличения скорости поступательного движения. Общий поворачивающий момент при входе на подвалье состоит из разности двух моментов: момента от рулей и машин и момента от действия струй течения. Эта разность моментов с увеличением скорости подхода к мелководному перекату уменьшается и иногда может стать отрицательной. В этом случае состав начинает поворачиваться в сторону, противоположную перекладке руля, и зарыскивает вдоль подвалья.

В случае зарыскивания состава вдоль подвалья можно, дав второй машине ход назад, быстро прекратить поступательное

движение состава и задним ходом отойти в нижнюю плесовую лощину переката, а затем повторить заправку на перекат, как показано на рис. 103.

При зарыскивании состава, идущего с большой скоростью, погасить инерцию состава до посадки на мель очень трудно. Во избежание посадки на мель на практике применяют заправку на затруднительные мелководные перекаты при работе бортовых машин одновременно на передний и задний ход. Малая скорость состава в данном случае вполне допустима, так как состав идет параллельно струям течения и снос состава от течения отсутствует или незначителен.

Если перекат глубоководен, то прохождение через него осуществляется на полном ходу.

Управление толкаемыми составами при движении через перекаты по течению

Наибольшая сложность в управлении толкаемыми составами при прохождении перекатов по течению возникает при заходе на перекат и выходе из переката, где имеются крутые повороты, свальные и прижимные течения.

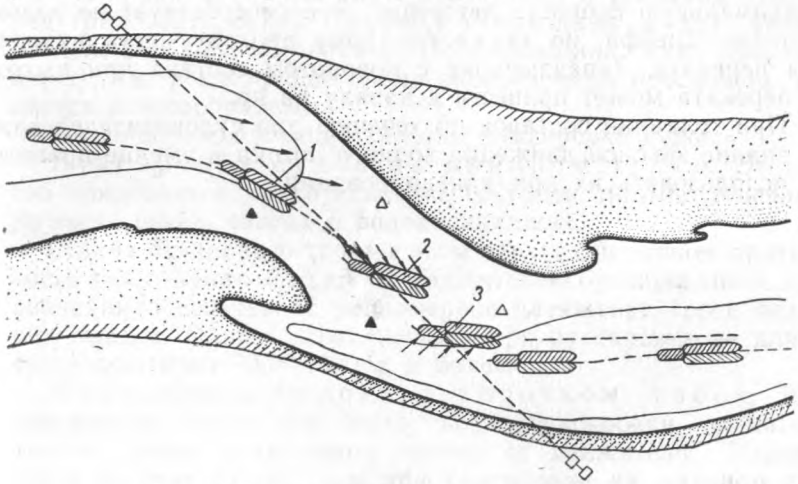


Рис. 104. Управление составом при движении через перекат по течению

При подходе к перекату со стороны верхней плесовой лощины нужно до поворота главных стрежневых струй воды начать поворот состава в сторону верхних песков и заводить состав на перекат вдоль них (рис. 104, положение *1*). При этом поворот состава будет произведен с наибольшим радиусом циркуляции, следовательно, с наименьшей центробежной силой. После захода в корыто переката, сообразуясь с его длиной и шириной,

нужно до подхода к подвалью начать поворот состава по направлению нижней части подвалья (положение 2).

При движении по подвалью перекладкой руля в сторону нижних песков нужно стремиться развернуть состав параллельно подвалью. При выходе с подвалья переката, в нижней плесовой лощине у наружного борта состава возникает подпор воды, создающий как бы водяную подушку между составом и нижним яром переката, причем настолько упругую, что силой ее давления не только быстро гасится дрейф, но у груженых составов иногда происходит отклонение состава в сторону песков, противоположных нижнему яру переката.

Высота водяного подпора, образующегося при дрейфе, зависит от скорости движения и осадки состава и достигает 20—30 *см*.

Из опыта работы установлено, что торможение дрейфа в сторону нижнего яра переката водяным подпором эффективно, если состав идет со скоростью не менее 10 *км/час*.

Опыт судоводителей, применяющих толкание барж по течению, показал, что если при очень крутых заходах на перекат приходится уменьшать скорость хода, то при выходе из него в момент разворота параллельно подвалью надо развивать максимальную скорость движения. Это способствует не только гашению дрейфа, но также быстрому проходу части нижнего яра переката. Запаздывание с поворотом состава при выходе из переката может привести к навалу на яр.

При толкании составов по течению для судоводителей важно знание законов движения водного потока и умение правильно использовать их при маневрировании.

ГЛАВА V

УПРАВЛЕНИЕ БУКСИРУЕМЫМИ СОСТАВАМИ

§ 1. КРАТКИЙ ОБЗОР СПОСОБОВ БУКСИРОВКИ СУДОВ

Удельный вес буксирных перевозок в общем объеме перевозок речного транспорта с каждым годом сокращается и в настоящее время не превышает 30%. Все большее значение приобретает метод толкания.

Основным преимуществом буксировки и толкания судов перед транспортировкой грузов в самоходных судах является разделение тяги и тоннажа (буксировщика или толкача и барж), что в настоящее время экономически обосновано и является целесообразным.

Различают следующие способы буксировки судов.

Буксировка судов на длинном тросе. Этот способ применяется при буксировке составов против течения на крупных реках, озерах и водохранилищах.

Длина буксирного троса в этом случае превышает протяженность реактивного потока от движителей буксировщика, а при волнении обеспечивает равномерное натяжение троса без резких рывков. Общая длина состава при буксировке на длинном тросе достигает 700—1000 *м* и более.

Буксировка судов на коротком тросе. Длина буксирного троса для этого вида буксировки значительно меньше длины реактивного потока от движителя. Управляемость состава лучше, чем при буксировке на длинном тросе, рыскливость меньше, но сопротивление значительно больше.

Этот способ применяется в основном на реках при движении по течению, а также на реках с малыми габаритами пути при движении против течения.

Буксировка за кормой вплотную применяется в битых льдах. Форштевень буксируемого судна подводится вплотную к буксировщику. Для этой цели у ледоколов имеется кормовой мягкий кранец по всему кринолину или специальный вырез. Это делается в основном для того, чтобы в случае остановки буксируемое судно не ударило в корму буксировщика.

Буксировка «врасчалку» (рис. 105) применяется на крупных реках. Сопротивление состава несколько меньше, чем при буксировке на одном тросе, так как баржи с помощью рулей выводятся из зоны действия реактивного потока движителей. Способ нашел широкое применение на р. Дунае. Основной недостаток его заключается в необходимости постоянного управления рулями барж.

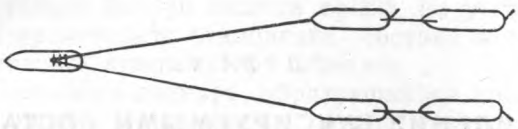


Рис. 105. Буксировка «врасчалку»

Буксировка многократной тягой применяется при буксировке составов вверх на участках рек с быстрыми скоростями течения, а также при буксировке составов в крупных озерах и водохранилищах при штормовой погоде для более быстрого вывода состава из зоны крупного волнения. Кроме того, данный способ применяется при снятии судов с мели. При этом одновременно могут использоваться два, три буксировщика и более.

Буксировка под бортом («лагом») применяется грузовыми теплоходами при буксировке несамоходных судов и при буксировке барж на короткое расстояние (например, при формировании составов).

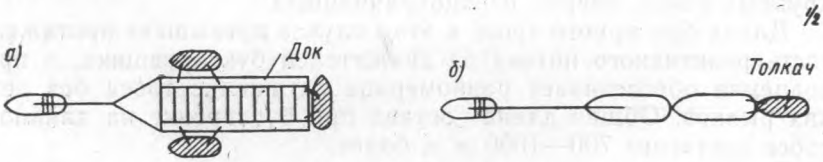


Рис. 106. Комбинированный способ буксировки

Комбинированный способ. Этот способ буксировки на тросе (рис. 106) в сочетании с буксировкой под бортом или толканием применяется при буксировке крупных плавучих сооружений, имеющих большую парусность, например, доков, крупных дебаркадеров и т. п. Цель применения способа — улучшение управляемости и маневренности состава и увеличение скорости буксировки. Способ наиболее эффективен при проводке через шлюзы, под мостами и т. д.

Буксировка на нескольких буксирных тросах. Этот способ буксировки (рис. 107), как правило, применяется в случаях, когда буксировщиком является судно не пред-

назначенное специально для буксировки (грузовое или грузопассажирское).

Ввиду плохой управляемости такого состава на крутых поворотах приходится прибегать к регулированию длины буксирных тросов, поданных с того или иного борта.



Рис. 107. Буксировка на нескольких буксирных тросах

Буксировка береговой или туерной тягой применяется при буксировке составов на короткие расстояния в особо затруднительных для плавания местах (например, пороги).

§ 2. ВЛИЯНИЕ БУКСИРНЫХ УСТРОЙСТВ НА УПРАВЛЯЕМОСТЬ СОСТАВА

К буксирным устройствам на буксировщике относятся буксирный кнехт с гаком, буксирная лебедка, буксирные арки и буксирный трос. Расположение этих устройств влияет на управляемость буксировщика.

Буксирный кнехт с гаком обычно расположен в диаметральной плоскости судна и смещен от центра тяжести ближе к корме.

Рассмотрим влияние места расположения кнехта или точки закрепления буксирного троса на управляемость состава. Допустим, что буксирный кнехт смещен от центра тяжести в корму на расстояние a. На прямолинейном курсе, когда буксирный трос находится в диаметральной плоскости, упор движителей $F_д$, создающий силу тяги на гаке $F_г$, уравновешивается равнодействующей сил сопротивления корпуса буксировщика R, которые находятся на одной прямой и направлены в разные стороны, поэтому поворачивающих моментов не создается. При отклонении пера руля, предположим, влево, буксировщик развернется на какой-то угол α, тогда его сила тяги на гаке, передаваемая на буксир-

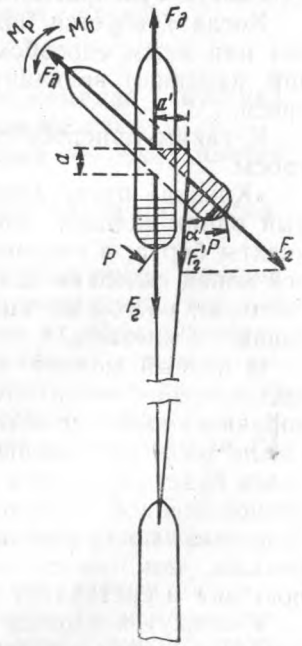


Рис. 108. Влияние места расположения буксирного кнехта на управляемость буксировщика

ный трос, станет меньше (рис. 108) и будет равна

$$F_г' = F_г \cos \alpha.$$

Эта сила имеет плечо a':

$$a' = a \sin \alpha.$$

Поворачивающий момент буксирного троса $M_б$ от действия пары сил $F_д$ и $F_г'$ направлен в сторону, противоположную поворачивающему моменту руля $M_р$. Наибольшая величина момента $M_б$ будет при отклонении буксирного троса от диаметральной плоскости буксировщика на угол примерно 45°.

Чем больше смещение точки закрепления буксирного троса к корме (кнехта с гаком), тем хуже управляемость состава.

Точка закрепления буксирного троса находится значительно выше центра давления воды, поэтому натяжение буксирного троса под углом к диаметральной плоскости буксировщика создает и кренящий момент, который может привести к опрокидыванию буксировщика (особенно винтового), если при маневрировании допускается сильное натяжение буксирного троса, а трос располагается под большим углом к диаметральной плоскости буксировщика.

Когда требуется повышенная управляемость буксировщика, тем или иным способом с помощью специальных приспособлений, изменяют величину поворачивающего момента буксирного троса.

К таким приспособлениям относятся «клевки», вожжевые тросы.

«Клевка» представляет собой прочный стальной трос, который одним концом крепят за средние кормовые швартовные кнехты борта, в сторону которого нужно сделать поворот. Второй конец «клевки» накладывают сверху буксирного троса и закрепляют на том же кнехте. С помощью «клевки» буксир подтягивают к кнехтам.

В первый момент натяжения буксирного троса вследствие несовпадения точек приложения силы $F_д$ и $F_г$ образуется поворачивающий момент, направленный в сторону поворота. После разворота на некоторый угол направление буксирного троса будет пересекать диаметральную плоскость судна в точке, расположенной от буксирного кнехта ближе к центру тяжести. Величина поворачивающего момента $M_б$ будет значительно меньше, чем при отсутствии «клевки». Поворотливость буксировщика и состава будет лучше.

«Клевку» применяют при оборотах в узких местах, а также при буксировке плотов колесными судами во время ветра.

В штилевую погоду при буксировке составов на прямолинейных трассах водохранилищ для увеличения скорости движения за счет уменьшения перекладок руля и рыскливости букси-

ровщика буксирный трос с помощью «клевки» закрепляют на кормовой арке.

Вторым приемом повышения управляемости буксировщика является применение вожжевых (рис. 109), представляющих собой прочные стальные тросы, один конец которых крепится к буксирному тросу в районе кринолина, а другой обносится по борту и через киповую планку пропускается на барабан брашпиля.

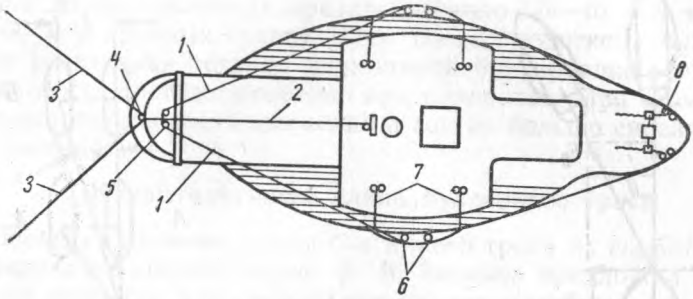


Рис. 109. Устройство вожжевых:
1 — вожжевая; *2* — арочный буксир; *3* — бухты; *4* — соединительный замок; *5* — узел крепления вожжевой; *6* — кранцы; *7* — серьги; *8* — киповая планка

При производстве поворота вправо по команде с мостика с помощью брашпиля набивают правую вожжевую.

Вожжевые применяются при буксировке на реках плотов колесными буксировщиками.

На управляемость буксировщика влияют крутизна буксирных арок и длина буксирного троса.

При буксировке порожних барж на коротком тросе влияние арок на управляемость буксировщика незначительно, так как буксирный трос обычно располагается выше их. При буксировке судов на длинном тросе во время поворотов на арках возникают большие силы трения, которые препятствуют развороту кормы и тем самым ухудшают управляемость буксировщика и состава. Форма арок имеет большое значение при выходе на буксир.

Общие принципы управления буксируемым составом

Управление составом осуществляется в основном буксирным тросом. Иногда используют и рули барж. Если направление буксирного троса совпадает с направлением равнодействующей сопротивления и если рули состава находятся в положении «прямо», поворачивающих моментов не образуется и состав идет прямолинейно.

При отклонении буксирного троса от оси состава на угол β сила тяги $F_г$ будет создавать поступательное движение и поворачивающий момент (рис. 110), равный

$$M_б = F_г \sin \beta \frac{L}{2}, \qquad (1.5)$$

где L — длина состава.

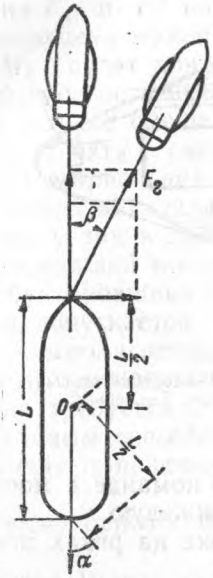


Рис. 110. Схема сил, создающих поворот состава

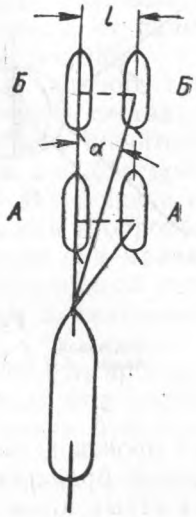


Рис. 111. Влияние длины буксирного троса на поворотливость состава

Если в эту же сторону, куда уклонился буксировщик, отклонить и рули барж состава, то общий поворачивающий момент, воздействующий на состав, будет равен

$$M_{об} = M_б + M_р = \frac{1}{2} L(F_г \sin \beta + P \cos \alpha). \qquad (2.5)$$

Управляемость состава зависит от мощности и управляемости буксировщика и от длины буксирного троса.

Предположим, что два буксировщика $А$ и $Б$ с одинаковой мощностью и управляемостью ведут составы с одинаковой скоростью, но их буксирные тросы имеют различную длину. Очевидно, при перекладке руля на угол α они за одинаковый промежуток времени отклоняются на одинаковое расстояние l от оси состава (рис. 111), но поворачивающий момент состава буксировщика $А$, имеющего короткий буксирный трос, будет

больше, чем у буксировщика *Б*, имеющего длинный буксирный трос.

Следует отметить, что отклонение буксирного троса от диаметральной плоскости буксировщика уменьшает поворачивающий момент состава.

При прохождении затруднительных участков водного пути (узкостей, крутых колен, перекатов, шлюзов и т. д.) для обеспечения безопасности движения буксирный трос следует укорачивать. Укорочение буксирного троса оказывается полезным только до определенных пределов (около 30—40 *м* у малых и 40—60 *м* у крупных судов). При очень коротком буксирном тросе реактивная струя движителей буксировщика вызывает рысливость состава, особенно при поворотах. При этом сильно уменьшается скорость движения и состав больше сносит ветром или течением.

Наивыгоднейшая длина буксирного троса

Исследуя влияние длины буксирного троса на сопротивление буксируемого состава, проф. В. В. Звонков предложил эмпирическую формулу для определения наивыгоднейшей длины буксирного троса $l_б$:

$$l_б = a\sqrt[3]{N_i}, \tag{3.5}$$

где $a = 32 \div 33$ — коэффициент;

N_i — мощность буксировщика.

Из формулы следует, что наивыгоднейшая длина буксирного троса зависит только от мощности буксировщика. Действительно, мощность буксировщика является основным фактором, но имеется ряд и других факторов, к которым относятся тип и число движителей буксировщика, скорость движения состава относительно воды, устойчивость состава на курсе, площадь погруженной части мидель-шпангоута головной баржи, габариты пути.

В 1951—1952 гг. ЦНИИЭВТ предложил более точную формулу для определения наивыгоднейшей длины буксирного троса:

$$l_б = A K \sqrt{\frac{\text{Ш}}{v^2}}, \tag{4.5}$$

где A — постоянная буксировщика;

K — опытный коэффициент;

Ш — площадь погруженной части мидель-шпангоута головной баржи в $м^2$;

v — скорость состава в спокойной воде в *м/сек*.

Приведенная формула отражает качественную сторону явлений, оказывающих влияние на выбор наивыгоднейшей длины буксирного троса.

Сравнительные результаты наивыгоднейшей длины буксирного троса для ряда буксировщиков сведены в табл. 9.

Таблица 9

Тип буксировщика	Мощность в *л. с.*	Постоянная буксировщика *A*	Коэффициент *K*	Погруженная площадь миделя в $м^2$	Скорость в *м/сек*	Наивыгоднейшая длина буксира в *м*	
						по формуле ЦНИИЭВТа	по формуле проф. Звонкова
Колесный пароход	1200	17,6	8	72	2,2	344	340
То же	600	11,7	10	80	2,2	270	270
»	400	9,93	10	45	2,2	210	236
Двухвинтовой теплоход	600	9,3	10	60	2,2	220	240
То же	400	8,2	10	45	2,2	170	236
Одновинтовой теплоход	140	4,6	10	20	2,2	75	166

Анализ данных табл. 9 показывает, что формулой проф. Звонкова для определения наивыгоднейшей длины буксирного троса можно пользоваться для подбора длины буксирного троса для колесных буксировщиков, в остальных случаях нужно пользоваться формулой ЦНИИЭВТа.

При прочих одинаковых условиях длина буксира при движении по течению должна быть в 2—3 раза меньше длины, рекомендуемой для буксира при движении против течения.

§ 3. ФОРМИРОВАНИЕ БУКСИРУЕМЫХ СОСТАВОВ, ИХ ВИДЫ И УЧАЛКА

Общие положения

Формированием буксируемых составов называют расстановку в определенном порядке несамоходных судов, предназначенных для буксирования. Соединение несамоходных судов между собой с помощью швартовных тросов и устройств называют учалкой состава.

При формировании состава прежде всего должны быть обеспечены: 1) наилучшая управляемость; 2) наименьшее удельное сопротивление; 3) допускаемые габариты для определенных условий плавания и мощности буксировщика.

Подбор судов для состава должен производиться в соответствии с планом формирования, графиком движения и Правилами технической эксплуатации.

При формировании составов запрещается ставить в состав суда технически неисправные, без соответствующих сигнальных принадлежностей, снастей, противопожарных и противоаварийных средств, а также в смешанные составы — суда с взрывчатыми, огнеопасными грузами и нефтегрузами 1-го класса.

Суда состава должны быть правильно загружены, не иметь крена и дифферента.

При формировании составов нужно стремиться к уменьшению промежутков между баржами по длине состава, т. е. наиболее полно использовать попутный поток. Для достижения хорошей управляемости состава нужно тяжелые и прочные суда ставить ближе к буксировщику в переднюю часть состава, а наиболее легкие — в последние счалы. Если в составе имеются груженые и порожние суда, груженые нужно ставить впереди порожних. При наличии в составе деревянных и металлических барж, близких по своим размерам, металлические баржи ставят впереди деревянных. Постановка деревянных барж в среднюю часть счала обеспечивает лучшую управляемость и защиту слабых деревянных корпусов барж металлическими баржами. Кроме того, это уменьшает сопротивление воды движению состава.

Суда с большой парусностью (дебаркадеры, брандвахты, доки) должны быть поставлены в первый счал или в середину состава. Этим обеспечивается лучшая управляемость состава при ветре.

При буксировке порожних составов хорошие результаты дает постановка к судам с большой парусностью груженой баржи. При буксировке комбинированных составов из судов и плотов, что часто практикуется на каналах, суда ставят впереди плота. Баржи, которые должны быть отчалены в пути следования, нужно ставить в последнем счале или по бортам состава.

Формирование состава, как правило, осуществляется под руководством капитана рейда рейдовыми судами и в исключительных случаях — судами транзитного флота. Использовать на рейдовых работах мощные транзитные суда невыгодно. Капитан транзитного буксировщика должен оказать помощь капитану рейда в выборе порядка расстановки судов в составе или формы состава.

Выбор места для формирования состава

Вопрос о выборе места для формирования состава на рейде решается до начала формирования. При этом, если рейд не оборудован специальными приспособлениями для стоянки состава (бочки, свайные кусты, палы, «матки»), то формирование состава осуществляется на якорях несамоходных судов, поэтому требования, относящиеся к выбору места якорной стоянки, должны быть положены в основу выбора места для формирования состава.

Исходя из расположения барж на рейде и у грузовых причалов, нужно выбрать место с таким расчетом, чтобы пересекать судовой ход, а также по возможности меньше производить оборотов формируемыми судами. При выборе места формирования состава на рейде необходимо предусмотреть наличие

безопасного и наиболее удобного места для выхода состава после формирования на судовой ход. На крупных рейдах с большим количеством барж и составов недоучет этого фактора может привести к авариям или к непроизводительным простоям транзитного буксировщика.

Формы речных буксируемых составов и условия их применения

При буксировке против течения наиболее целесообразной формой состава является учалка состава «в кильватер» (рис. 112). В этом составе задние баржи следуют в попутном потоке передних, в связи с чем уменьшается общее сопротивление, состав устойчив на курсе и хорошо управляется. Такая расстановка судов в составе обеспечивает высокие ходовые качества в том случае, если достигнута веретенообразная форма состава, т. е. когда головное судно имеет большие размеры (длину, ширину, осадку). Во второй счал состава ставят судно несколько меньших размеров, в третий—еще меньше и т. д. Однотипные суда, имеющие одинаковую длину и ширину, но разные осадки, ставятся в составе в такой последовательности, чтобы их осадки постепенно уменьшались от первого счала к последнему. Суда с равными размерами и осадкой, как правило, не формируются в кильватер, так как в этом случае состав имеет большую рыскливость и сильно ухудшенные ходовые качества. Расстояние между ахтерштевнем переднего и форштевнем последующего судна должно быть наименьшим, но с обеспечением возможности свободного управления рулями каждого судна.

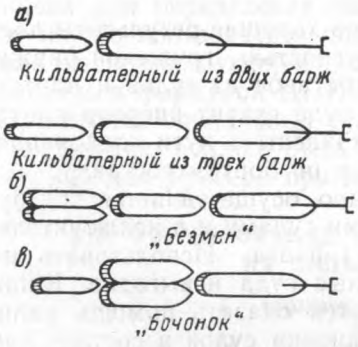


Рис. 112. Типовые формы составов для буксировки против течения

Для буксировки на реках, изобилующих мелководными перекатами применяются формы составов «безмен» и «бочонок». В результате придания составам таких форм уменьшается длина состава и при незначительном увеличении сопротивления воды обеспечивается лучшая управляемость. Состав формы счала «бочонок» имеет несколько лучшую управляемость по сравнению с составом формы счала «безмен», но несколько большее сопротивление. Состав «бочонок» применяется в случаях, когда имеются две баржи приблизительно одинаковых размеров, которые ставятся в середину состава. Баржа, имеющая наибольшие габариты, ставится в переднюю часть состава.

Баржу с наименьшими габаритами ставят в заднюю часть состава.

Если в числе барж состава две баржи имеют примерно равные габариты и они меньше всех остальных барж состава, то применяется форма состава «безмен», при которой эти баржи ставятся в последний счал.

При буксировке по течению суда состава обычно ставят пыжами (рис. 113). Числом пыжей в составе называют количество барж в одном ряду, а количество рядов называют числом счалов. В результате такой расстановки судов в составе уменьшается длина состава и достигается лучшая его управляемость. В первом счале должны стоять баржи больших размеров, во втором — меньших и в третьем — еще меньших. Больше трех счалов обычно не бывает. Ширина переднего счала должна быть больше последующего. Если баржи состава приблизительно одинаковых размеров, то в каждый последующий счал, начиная со второго, ставится на одну баржу меньше. Счал в два и три пыжа применяется при низких, средних и высоких горизонтах воды. Счал в четыре пыжа и три счала применяется только при высоких горизонтах воды во время паводков.

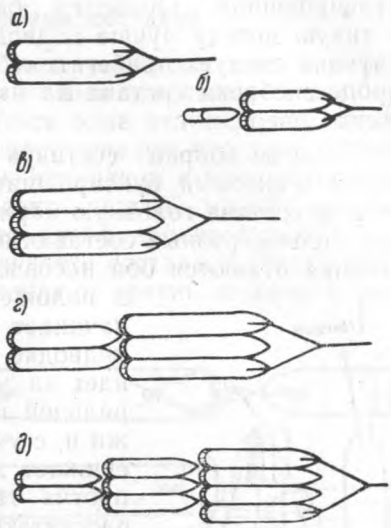


Рис. 113. Типовые формы составов для буксировки по течению:
а — в два пыжа; *б* — в два пыжа и два счала; *в* — в три пыжа; *г* — в три пыжа и два счала; *д* — в четыре пыжа и три счала

Если в составе имеются три баржи одинаковых размеров, то при ограниченных радиусах кривизны и больших скоростях течения применяется счал в три пыжа. При низких горизонтах воды в этом случае применяют счал в два пыжа в два счала.

Если в составе три баржи, одна из которых имеет значительно меньшие габариты по сравнению с двумя другими, то ее ставят в последний счал.

При буксировке пяти и более барж в составе применяется форма в два и три счала в зависимости от количества барж.

Формирование буксирных составов

Процесс формирования буксирных составов включает ряд операций (маневров):

1) отводка барж от причалов или съемка их с якорей;
2) обороты с подводимыми баржами;

3) постановка барж на якоря, швартовные бочки и т. д.;

4) подводка барж друг к другу (сборка состава).

Первые три вида маневров часто встречаются в процессе буксировки всего состава в пути следования или в конечных пунктах и рассматриваются в отдельных темах, посвященных каждому виду маневра.

Рассмотрим процесс сборки состава.

Маневр подводки барж к месту формирования состава производится или на коротком буксирном тросе или под плечом буксировщика. Подводку барж малого и среднего тоннажа в тихую погоду лучше подводить под плечом, а в остальных случаях следует прибегать к буксировке на тросе. Рассмотрим процесс сборки состава на якорях, предназначенного для движения вверх.

Процесс сборки составов начинается обычно с головного счала. Рейдовый буксировщик подводит к выбранному месту сборки состава головную баржу и ставит ее на якоря, при этом при большегрузных составах и сравнительно больших скоростях течения отдаются оба носовых якоря, руль на барже ставится в положение прямо. Затем буксировщик начинает подводить вторую баржу. При подводке барж на буксире буксировщик идет на малом ходу параллельно диаметральной плоскости стоящей на якоре баржи и, с учетом инерции подводимой баржи, снижает ход. Баржа движется по инерции против течения. Скорость подхода нужно рассчитать таким образом, чтобы баржа остановилась на траверзе кормовой части баржи, стоящей на якоре. Не следует сразу подводить баржу вплотную к первой, особенно если они груженые, так как небольшая ошибка в определении инерции может привести к сильному удару. Буксирный трос не должен иметь большую слабину с тем, чтобы при возникновении потребности буксировщик мог быстро набить его.

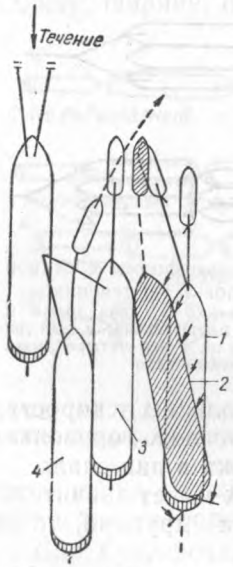


Рис. 114. Подводка баржи при сборке состава

Если подводимая баржа остановлена на таком расстоянии, что подать швартовный конец на стоящую баржу не представляется возможным, поступают следующим образом.

Буксировщик набивает буксирный трос и с помощью перекладки руля отклоняется на 10—15° по отношению к течению в сторону стоящей на якоре баржи (рис. 114), а затем выравнивается. На барже в это время руль перекладывают в ту же сторону, что и на буксировщике, и когда она встанет под углом к течению 10—15° руль ставят в положение «прямо». Развер-

нув баржу под углом к течению, буксировщик прибавляет обороты машины настолько, чтобы не иметь движения вперед. Баржа под действием течения подходит к стоящей на якоре барже. Этот маневр можно проделать 1—2 раза. После подачи швартовного конца, буксировщик ослабляет буксирный трос. При сильном течении буксировщик должен периодически работать машинами вперед, чтобы избежать навала барж друг на друга.

Учалка буксируемых составов

Различают два вида учалки буксируемых составов — гибкую и жесткую. При гибкой учалке составов отдельные счалы барж имеют возможность перемещаться одна относительно другой под углом к диаметральной плоскости счалов, что дает возможность управлять рулями барж любого счала и вписывать большой по длине состав в сравнительно крутые изгибы судового хода. При гибкой учалке скорость движения несколько уменьшается за счет увеличения рыскливости состава. Гибкая учалка применяется в основном при движении против течения и реже при движении по течению.

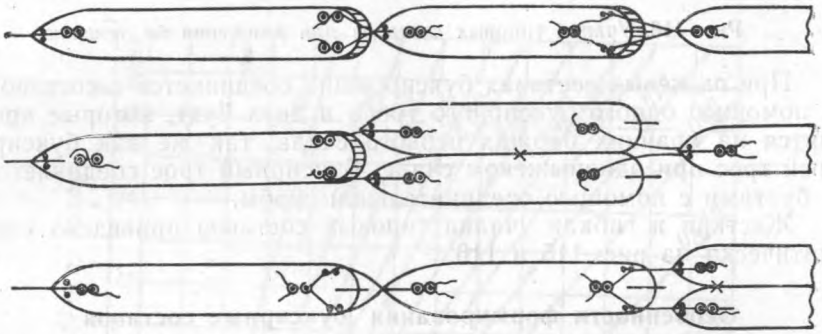


Рис. 115. Учалка типовых составов для движения против течения

При жесткой учалке состав представляет собой как бы одно целое. При этом управление может производиться только рулями барж последнего счала. Состав имеет большую устойчивость на курсе. Жесткая учалка применяется при движении по течению.

В качестве учалочных средств применяют стальные, растительные, манильские, пеньковые и сизальские тросы. Для буксирного применяются только металлические тросы. Прочность учалочных средств должна соответствовать мощности буксировщика.

Учалка барж в составе зависит от принятого вида учалки и конструкции буксирных устройств на баржах.

При кильватерном составе и всех других однопыжевых составах буксировщик соединяется с составом одним буксирным тросом, который на буксировщике крепят на буксирном гаке или на барабане буксирной лебедки. На барже буксир закладывают в уши или в буксирный клюз и закрепляют на носовых буксирных кнехтах. Вторую баржу с первой крепят двумя тросами-бухтами, как показано на рис. 115.

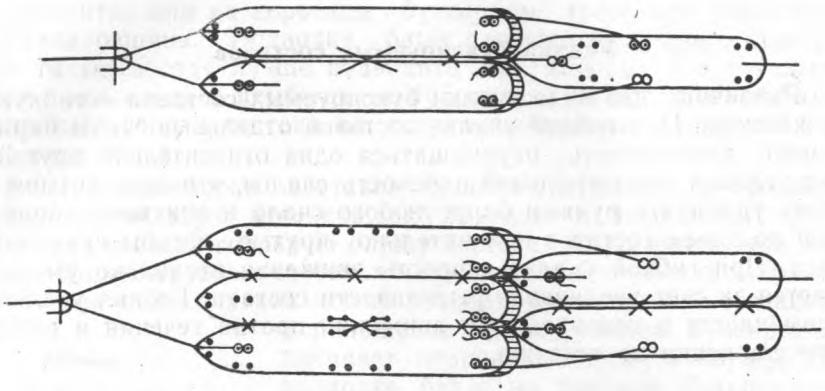


Рис. 116. Учалка типовых составов для движения по течению

При пыжевых составах буксировщик соединяется с составом с помощью одного буксирного троса и двух бухт, которые крепятся на крайних баржах первого счала, так же как буксирный трос при однопыжевом счале. Буксирный трос соединяется с бухтами с помощью соединительной скобы.

Жесткая и гибкая учалка типовых составов приведена схематически на рис. 115 и 116.

Особенности формирования буксирных составов для движения по водохранилищам и озерам

Движение составов по озерам и водохранилищам должно осуществляться строго по графику, с учетом метеорологических условий и прогнозов погоды. Все суда должны иметь разрешение Речного Регистра на право плавания в озерных условиях. Для плавания в этих условиях составы формируются только в кильватер. Все требования, касающиеся формирования кильватерных составов и их сборки, остаются такими же, как на реках.

Буксировать суда, учаленные пыжами, нельзя, так как при волнении они будут сталкиваться друг с другом. При учалке в кильватер между баржами имеются достаточные расстояния для того, чтобы предотвратить удары барж друг о друга и обрыв бухт. Длина тросов между буксируемыми судами зависит

в основном от размеров волн, грузоподъемности судов, прочности буксирных устройств и составляет не менее 30—100 *м*. Длина буксирного троса должна быть не менее 150—250 *м*.

Движение буксируемого состава на водохранилище во время ветра происходит под некоторым углом к избранному курсу в результате ветрового дрейфа, поэтому состав с буксировщиком занимает бо́льшую часть ширины судоходной трассы. Это может послужить причиной выхода состава за кромку судового хода или привести к столкновению со встречным составом.

При формировании состава необходимо определить, какую часть ширины судового хода займет состав при боковом ветре. Допускаемая ширина судового хода, занимаемая составом при дрейфе, определяется исходя из общей ширины судоходной трассы за вычетом возможной ширины встречных составов, величины их дрейфа, а также расстояния между встречными составами и плавучей обстановкой. Ширина судового хода, занимаемая составом при дрейфе, определяется по формуле

$$H = K L_c, \qquad (5.5)$$

где K — коэффициент дрейфа;
L_c — длина состава.

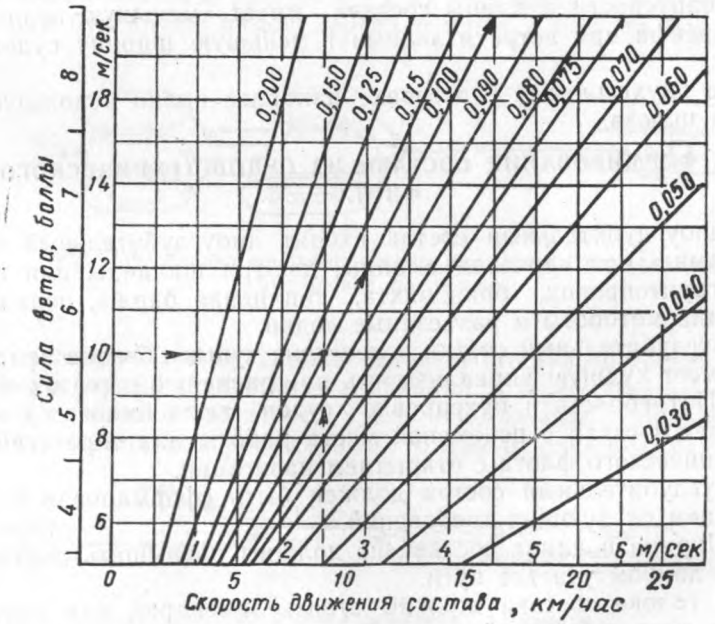


Рис. 117. Номограмма для определения коэффициента дрейфа

Коэффициент K определяется по номограмме (рис. 117), составленной ЦНИИЭВТ в зависимости от силы бортового ветра

и скорости движения. Если в конце состава размещены малозагруженные или порожние суда, то ширина при дрейфе увеличивается на 20%. С учетом этого увеличения формула примет вид $H = 1{,}2\ KL_c$.

Пример. Состав имеет длину 1000 *м*, скорость в тихой воде 9 *км/час*, сила бортового ветра в открытой части водохранилища 10 *м/сек*. Баржи в конце состава загружены на 30—40%. Определить ширину судового хода, занимаемую составом.

Решение. По номограмме находим, что при силе ветра 10 *м/сек* и скорости движения 9 *км/час* коэффициент дрейфа равен 0,1; тогда ширина судового хода, занимаемая составом при дрейфе, равна

$$H = 1{,}2\ KL_c = 1{,}2 \cdot 0{,}1 \cdot 1000 = 120\ м.$$

Сообразуясь с шириной судоходной трассы, судоводитель решит, можно ли провести сформированный состав таким образом или принятый план формирования не отвечает требованиям безопасности движения при данных условиях буксировки и его нужно изменить.

На шлюзованных реках и каналах типовыми видами составов являются кильватерный счал и счал в два пыжа. Учалка судов между счалами должна быть гибкой с наименьшими промежутками между счалами.

Широкое применение счалов в два пыжа объясняется тем, что этот состав имеет хорошую управляемость и за счет меньшей, по сравнению с другими формами счалов, активной площади парусности и длины состава имеет меньшую величину угла дрейфа при ветре и занимает меньшую ширину судового хода.

При двухпыжевых составах наиболее полно используется камера шлюза.

§ 4. ФОРМИРОВАНИЕ СОСТАВА ИЗ СУДОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ФЛОТА

В дноуглубительный состав входят дноуглубительный снаряд, камне- или карчеподъемницы, две-три шаланды или плавучий грунтопровод, брандвахта, топливная баржа, лодки-завозни или мотоботы и разъездные лодки.

Дноуглубительный состав вследствие тупых обводов земснаряда имеет худшую управляемость по сравнению с составом из барж. Потребность в буксировке судов технического флота возникает в связи с переменой места работы или с расстановкой технического флота с открытием навигации.

Дноуглубительный состав должен быть сформирован с соблюдением следующих требований.

1. Ширина и длина состава не должны превышать допустимых на данном участке пути.

2. В голове состава должны стоять земснаряд или другие прочные суда с большой осадкой.

3. Для буксировки против течения состав формируют в один-два пыжа в счале, для буксировки по течению — в два-три пыжа в счале.

4. Счалы между собой связывают гибко, а суда в счалах — жестко.

При буксировке против течения на большое расстояние многочерпаковый снаряд до начала формирования состава разворачивается рамой по течению для уменьшения сопротивления. За снарядом ставят брандвахту и грунтоотвозную шаланду. К земснаряду, в промежутке между земснарядом и брандвахтой, устанавливают завозню, необходимую для сообщения с земснарядом при несении вахты. Далее устанавливают еще две шаланды и последними — топливную баржу и лодки (рис. 118).

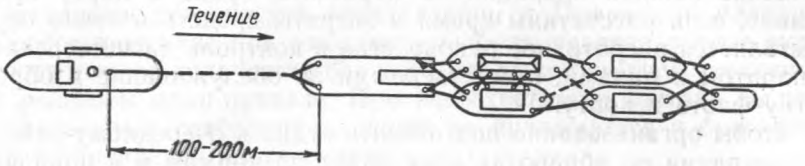


Рис. 118. Учалка многочерпакового шаландового снаряда при буксировке против течения

Иногда в целях экономии времени на сборку перед буксировкой на короткое расстояние и на установку по прибытии земснаряд буксируют рамой против течения и под его бортом ста-

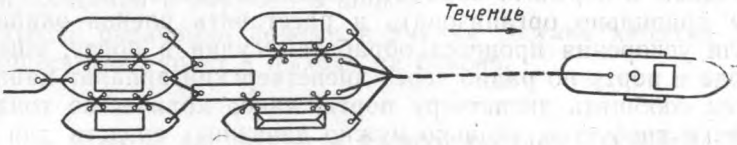


Рис. 119. Учалка многочерпакового шаландового снаряда при буксировке по течению

вят шаланду. При буксировке дноуглубительного состава по течению в первый счал ставят земснаряд, а по его бортам—брандвахту и шаланду, во втором счале — остальные суда (рис. 119).

Если земснаряд рефулерный, то при буксировке, как прави-

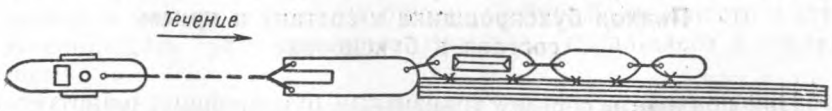


Рис. 120. Учалка рефулерного снаряда

ло, рефулеры от снаряда не отсоединяют и земснаряд не разворачивают. На рис. 120 показана схема учалки рефулерного дноуглубительного состава.

§ 5. ОТПРАВЛЕНИЕ БУКСИРОВЩИКА В РЕЙС И ОБОРОТЫ С СОСТАВОМ

Подготовка к рейсу

Окончанием предыдущего и началом следующего рейса считается момент уборки буксирного троса и учалочных средств, когда буксировщик прибыл в конечный пункт и буксируемый состав поставлен на якоря или бочки. Проведение работ, связанных с подготовкой судов к рейсу, будет успешным, если выполнение каждой операции по обработке судна в порту продумано, если рассчитаны время и затраты средств и точно осуществляется оперативное руководство и контроль диспетчерским аппаратом и лицами, ответственными за обслуживание и обработку флота в порту.

Чтобы организованно подготовить судно к очередному рейсу, все операции по обработке производят по нормам и в порядке, изложенном в типовых циклах обработки судов в данном порту. Типовой цикл составляется для каждого типа буксирных судов в отдельности и является в порту одним из звеньев технологического процесса порта и основным законом для всех работников портов, ибо главное в работе — исключить всякие непроизводительные простои и уметь предупреждать их.

Капитан буксировщика должен ознакомить комсостав судна с порядком и нормами обработки судна в данном порту с тем, чтобы правильно организовать и расставить членов экипажа.

Для ускорения процесса обработки судна в порту, еще до подхода к порту по радио через диспетчерский аппарат капитан должен сообщить диспетчеру порта, какое количество топлива и смазки требуется, сколько нужно денежных средств для выдачи экипажу зарплаты, какие требуются материалы или запасные части, какие специалисты и какой классификации требуются для ремонта (радист, электрик, сварщики и т. д.).

Каждый раз, исходя из сложившихся условий, капитан буксировщика совместно с комсоставом должен продумать вопрос о сокращении отдельных операций по обработке судна в порту, или о наибольшем совмещении отдельных операций по времени.

Подход буксировщика к составу и прием состава к буксировке

При подходе к составу транзитный буксировщик швартуется к носовой части баржи головного счала или проходит выше первого счала, встает на якорь и, потравливая якорную цепь, швартуется кормой к носовой части барж. При пыжевых составах обычно швартуют корму буксировщика в середине пыжей состава. При наличии ветра при швартовке целесообразнее отдавать носовой якорь и швартоваться с наветренной стороны состава.

После ошвартовки капитан приступает к приему состава к буксировке, а вахтенный начальник с членами команды — к подаче буксирного троса. Принимая состав для буксировки, капитан буксировщика берет на себя ответственность за буксируемые суда, личный состав и за груз, находящийся на судах. Поэтому команды буксируемых судов находятся в полном распоряжении капитана буксировщика и обязаны точно и беспрекословно выполнять все его указания. При приеме необходимо проверить надежность и правильность учалки, техническое состояние судов в соответствии с требованиями Речного Регистра, Правилами технической эксплуатации и Правилами плавания. Особое внимание при этом должно быть уделено осадке судов, соответствию количества барж в составе количеству, указанному в рейсовом план-приказе. При несоответствии состава вышеперечисленным требованиям состав не принимается к буксировке до установления соответствия.

По окончании осмотра капитан должен составить акт о приеме состава к буксировке. В акте указываются недостатки, требующие устранения до отправления в рейс, и отмечается назначение одного из более опытных шкиперов старшим.

На буксировщиках небольшой мощности (300—500 *л. с.*) буксирный трос подается вручную. На более мощных буксировщиках буксирный трос подают с помощью вспомогательного троса-проводника и кормового шпиля.

После окончания приема и учалки состава капитан буксировщика приступает к выходу на буксир.

Выход на буксир и съемка состава с якорей или швартовых

Под выходом на буксир понимается маневр буксировщика, связанный с отходом от состава и натяжением буксирного троса. Как показывает статистика случаев производственного травматизма на судах, этот маневр при несоблюдении устновленных правил со стороны вахтенного начальника наиболее опасен для палубной команды. Поэтому капитаны судов должны проявлять в момент выхода на буксир особую бдительность и строго соблюдать установленные правила, сводящиеся к следующему.

1. Буксирный трос должен быть уложен на корме буксировщика шлагами или «змейкой» таким образом, чтобы по мере отхода буксировщика он свободно сваливался за борт. Нельзя весь буксирный трос сваливать за борт судна сразу. Если буксирный трос находится на барабане буксирной лебедки, то ленточный стопор должен быть открыт до вытравливания буксира требующейся длины.

2. Все лица судового экипажа должны быть удалены с кормовой части судна. Буксирный трос должен находиться на арках. Нельзя допускать нахождение людей под буксирными арками.

3. При задевании буксира за арки, в случае его соскальзывания, машины буксировщика должны быть остановлены. Не допускается подходить к буксирному тросу с борта, в сторону которого он свисает.

4. Выходить на буксир нужно малым ходом, удерживая судно против течения. При этом следует избегать больших перекладок руля, так как буксирный трос будет спадать с арок и может попасть в винты или повредить рулевое устройство. При выходе на длинный буксир рывок получается более плавный по сравнению с рывком при выходе на короткий буксирный трос, поэтому в последнем случае скорость движения в момент натяжения буксирного троса должна быть меньше.

Для уменьшения силы рывка, возникающего после первого натяжения буксира, нужно в момент выхода буксирного троса из воды дать машинам ход вперед или увеличить их обороты.

После выхода на буксир приступают к выборке носовых якорей на составе. При стоянке состава на швартовных тросах, поданных на берег, их обычно отдают до выхода на буксир.

Удерживаясь против течения и работая малым ходом вперед, буксировщик наводит состав на якоря и тем самым облегчает и ускоряет их выборку. Это нужно делать осторожно, так, чтобы якоря не попали под корпус, особенно при малых глубинах. После выборки якорей и крепления их «по-походному» капитан буксировщика должен произвести выравнивание бухт после выхода на прямолинейный участок пути. Рули на составе ставят в положение «прямо». Если при этом головная баржа уходит, например, вправо, а остальная часть состава идет прямо, нужно потравить правую бухту между первой и второй баржами.

Если состав принимает вид змейки и головная баржа уходит вправо, нужно потравить правую бухту между первой и второй баржами, левую бухту — между второй и третьей и т. д., пока состав не выравняется. Во время потравливания бухт скорость хода снижается до малого.

При пыжевом счале прежде всего нужно выравнять бухты, идущие от буксирного троса.

Если состав на непрямолинейном курсе уходит вправо, надо травить левую бухту, и наоборот. Бухта у баржи, имеющей большое сопротивление, должна быть короче. Буксирный трос должен совпадать с положением равнодействующей сил сопротивления воды движению состава.

На рейдах шлюзованных рек и каналов в местах для стоянки судов берег оборудуется свайными кустами или стационарными швартовными тросами с огонами, за которые крепят

швартовные тросы барж с помощью соединительных скоб. Русло у этого берега должно быть глубоководным и чистым.

После отдачи швартовных тросов, поданных с состава на берег, буксировщик выходит на буксир под углом по отношению к оси состава и начинает отводить от берега первый и затем второй счал (рис. 121 положение *1*). При этом необходимо учитывать, что кормой отводимой баржи стоящая за ней баржа близко прижимается к берегу и имеет небольшую скорость движения. Если таким образом отводить состав от берега до тех пор пока последний счал отойдет от него, то последняя баржа, стоящая с береговой стороны пройдет значительное расстояние вдоль берега и может получить повреждение.

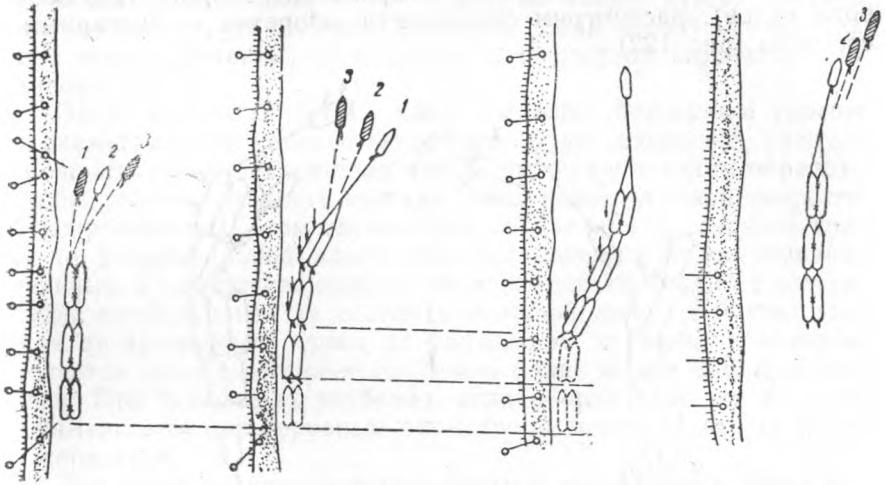


Рис. 121. Маневрирование при отводе состава от берега на шлюзованной реке

Для безопасного отхода от берега всего состава, после отхода первых счалов буксировщик изменяет курс в сторону берега и идет параллельно ему. В это время создающееся давление воды на борта барж последних счалов, стоящих с береговой стороны, будет способствовать их быстрому отходу от берега. При таком маневре баржа последнего счала проходит некоторое расстояние вдоль берега при небольшой скорости состава. После отхода всех барж состава от берега буксировщик увеличивает скорость хода и выходит на судовой ход. При отходе от берега нельзя отводить состав под большим углом по отношению к берегу во избежание поломки рулей.

При встречно-навальном ветре буксировщик выходит на буксир против ветра и идет этим курсом до тех пор, пока весь состав отойдет от берега и будет поставлен против ветра. При

навальном и попутно-навальном ветре применяется такой же маневр, как и при отсутствии ветра, но выполняется он на большей скорости. При отвальных ветрах отход облегчается, так как ветер сносит состав от берега.

При производстве оборотов судоводитель буксирного судна должен стремиться к уменьшению диаметра циркуляции и к безопасности маневра. До начала оборота судоводитель должен решить вопрос о месте оборота, сравнить габариты судового хода в выбранном месте оборота по глубине и ширине с диаметром циркуляции состава. Направление оборота выбирают с учетом ветра и течения.

Не останавливаясь на факторах, способствующих уменьшению диаметра циркуляции или способствующих безопасности маневра и влияющих на выбор направления оборота (см. обороты судов), рассмотрим особенности оборотов с буксирным составом (рис. 122).

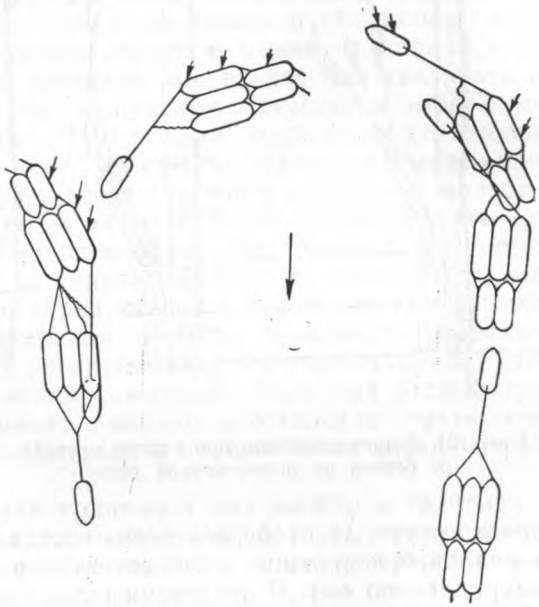


Рис. 122. Оборот с буксирным составом

Диаметр циркуляции буксировщика при обороте с составом всегда больше диаметра циркуляции этого судна без состава.

Необходимо учитывать, что буксировщик с переложенным на борт рулем разворачивается, как правило, быстрее состава. Поэтому, если при обороте ограничиться перекладкой руля на борт только на буксировщике, то это может привести к тому, что после разворота буксировщика на угол, превышающий 90° по отношению к составу, буксировщик будет прижат к нему тем

бортом в сторону, которого делается оборот и оборот состава не произойдет. Причинами этого, кроме сказанного могут быть слишком малая скорость состава при обороте против течения, при которой управляемость состава и буксировщика недостаточны для выполнения маневра, или слишком большая скорость состава при обороте по течению.

Во время оборота с составом судоводитель должен стремиться к созданию наибольшего поворачивающего момента, воздействующего на состав. Это будет способствовать уменьшению диаметра циркуляции.

С гибко учаленным составом можно сделать оборот с меньшим диаметром циркуляции, чем с жестко учаленным составом.

Если оборот производится после съемки состава с носовых якорей или швартовов, то при заходе на оборот нужно придать составу некоторую скорость движения. Если оборот производят при ходе по течению, то скорость хода состава уменьшают до малого.

После начала оборота, когда между буксирным тросом и диаметральной плоскостью состава будет около 45°, следует увеличить ход буксировщика и переложить руль таким образом, чтобы угловая скорость состава была равна угловой скорости буксировщика. В этом случае угол отклонения буксирного троса от диаметральной плоскости буксировщика будет незначительным и поворачивающий момент, воздействующий на состав, будет наибольшим. На составах большой ширины бухта, идущая от буксирного троса на баржи со стороны, в которую делается оборот, от сильного провисания может касаться дна реки. При небольших глубинах, если оборот делается в месте с каменистым или неровным дном, бухта может задеть за грунт и порваться.

Для уменьшения провисания бухты и ее слабины в таких местах нельзя допускать большого угла отклонения буксирного троса от диаметральной плоскости состава. В конце оборота состав приобретает большую угловую скорость вращения, и когда буксировщик выходит на прямолинейный курс, разворот состава еще продолжается. Бухта, натянутая во время оборота, начинает слабнуть, а противоположная бухта натягивается. У широких составов этот рывок, связанный с перенесением тяговой нагрузки буксировщика с одной бухты на другую, может привести к обрыву бухты. Для предотвращения этого буксировщик после разворота состава на угол 140—150° должен уменьшить ход. Скорость хода можно прибавить после того, когда обе бухты, идущие от буксирного троса, будут натянуты.

Для увеличения поворачивающего момента на последних баржах жестко учаленного состава рули нужно переложить в сторону оборота. В конце оборота рули следует переложить в сторону, противоположную обороту, с тем чтобы уменьшить явление «раската» последних барж.

§ 6. УПРАВЛЕНИЕ СОСТАВОМ В ПЛЕСОВЫХ УЧАСТКАХ

Выбор курса при буксировке состава в плесовых участках при движении вверх и вниз

Управление буксирным составом в пути следования сводится к выбору наиболее экономичного и безопасного курса и проводке по нему состава. Выбор курса находится в прямой зависимости от знания судоводителем специальной лоции района плавания, законов движения водного потока и характеристики состава.

При движении вверх для увеличения скорости движения следует вести состав по тиховодам (рис. 123). Пониженные скорости течения могут быть у обоих берегов. Однако ширина полосы с пониженными скоростями у выпуклого берега на равнинных реках бывает значительно больше, чем у вогнутого (яра), поэтому курс избирается по тиховоду у выпуклого бе-

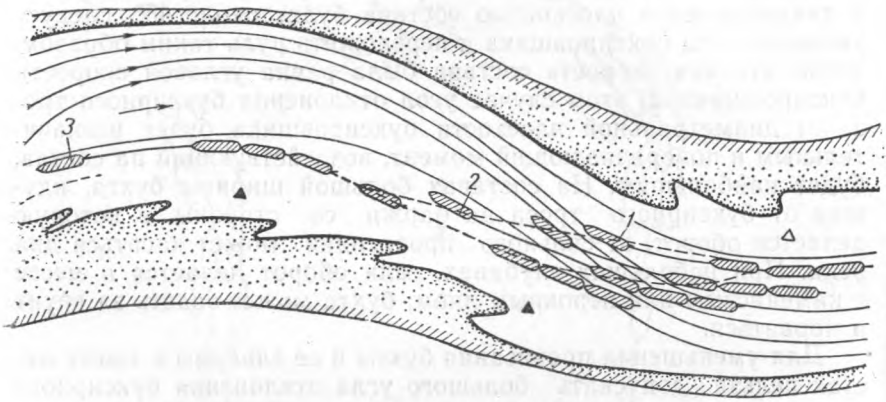


Рис. 123. Управление составом при использовании тиховодов:
1 — выход из тиховода левого берега; *2* — выход в тиховод правого берега; *3* — движение по тиховоду правого берега

рега вдоль песков, что, кроме увеличения скорости движения, дает выигрыш во времени от некоторого сокращения длины пути.

При движении вниз курс должен быть выбран с расчетом максимального использования составом быстрых струй течения. При движении вверх и вниз следует избегать выбора курса в местах с неправильными течениями (суводями, майданами и т. д.), если путевые условия и глубины судового хода позволят это сделать.

При подходе к тиховоду судоводитель должен учитывать, что при крутом заходе в него головная баржа далеко уходит в тиховод и приближается к пескам (рис. 124). Если в этот мо-

мент баржа оказывается ниже подводной заструги, то развернуть ее представляется затруднительным.

Крутой заход в тиховод не только уменьшает эффект от использования тиховода, но может быть и причиной аварии. При движении по тиховоду судоводитель должен постоянно следить за глубинами. На баржах у рулей должны находиться вахтенные. Мелководные тиховоды выигрыша в скорости не дают.

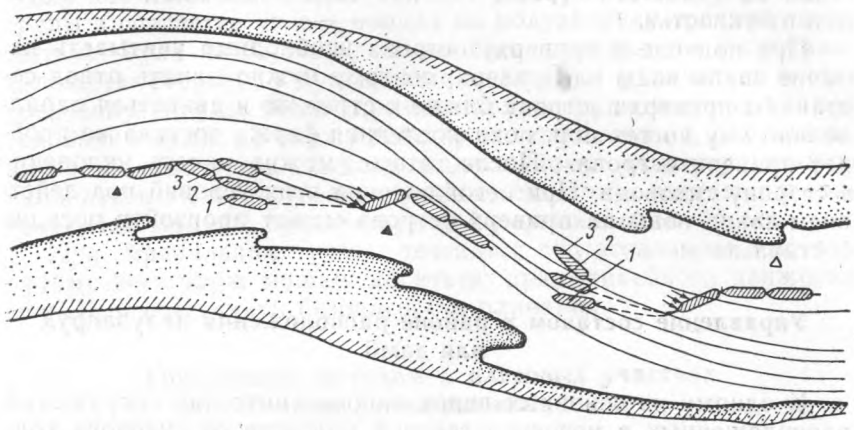


Рис. 124. Рыскливость состава при крутом выходе и заходе в тиховод

При движении по мелководному тиховоду с небольшими запасами воды под днищем, вследствие неровностей дна, состав становится рыскливым. Буксировщик должен плавно огибать выпуклый берег тиховода и не допускать резких изменений курса и перекладок руля. При выходе из тиховода, после которого обычно следует переход к тиховоду противоположного берега, судоводитель также не должен допускать резких отклонений состава.

Слишком крутой выход состава из тиховода может свести на нет эффект от использования тиховода.

Исследования этого вопроса, проведенные Горьковским институтом инженеров водного транспорта, показывают, что угол захода и выхода из тиховода не должен превышать 15—20°, а запасы воды под днищем должны быть минимум 1—1,5 *м*.

Использование тиховодов дает эффект лишь в тех случаях, когда: 1) правильно произведена заправка состава при заходе в тиховод и выходе из него; 2) потери скорости движения от увеличения сопротивления движению барж на мелководье и рыскливости будут меньше разности скоростей течения на основном фарватере и в тиховоде.

Тиховоды имеются не только у выпуклых берегов, но и за ухвостьями островов и вдоль них. Эти тиховоды также должны

быть использованы судоводителем при движении с составом против течения. У ухвостья острова скорости течения имеют наименьшее значение, что способствует повышению скорости движения. Состав устойчив на курсе вследствие одновременного воздействия на него струй двух потоков. Этим курсом можно идти до тех пор, пока позволяют глубины. Затем судоводитель изменяет курс вдоль острова. Не следует опасаться навала состава на ухвостье острова, так как свал воды обычно направлен от ухвостья.

При подходе к приверху острова необходимо учитывать наличие свала воды на приверх, поэтому нужно начать отвод состава от приверха острова ближе к стрежню и двигаться параллельно ему до тех пор, пока последняя баржа состава не пройдет приверх острова. После этого можно начать уклонение в сторону тиховода. При несоблюдении этих условий под действием свала воды на приверх острова может произойти посадка состава на мель.

Управление составом в районе расположения полузапруд или дамб

К одному из основных видов гидротехнических сооружений, расположенных в непосредственной близости от судового хода на реках, относятся полузапруды или дамбы. При движении в районе полузапруд нужно, насколько позволяют путевые условия, возможно дальше держаться от них.

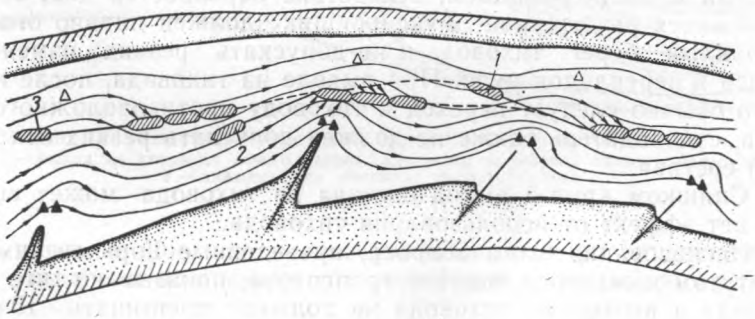


Рис. 125. Управление составом в районе расположения полузапруд

При движении с составом против течения, когда головная баржа будет подходить к траверзу полузапруды, действием струй воды, направленных за полузапруду, нос баржи будет разворачиваться в сторону полузапруды (рис. 125), поэтому буксировщик к этому времени должен заранее отклониться к противоположному от полузапруды берегу с таким расчетом,

чтобы поворачивающий момент от буксирного троса уравновешивал поворачивающий момент от струй течения, направленный в сторону полузапруды. На головной барже руль перекладывается в сторону от полузапруды, а на второй барже — в сторону полузапруды и т. д. с таким расчетом, чтобы состав шел прямолинейным курсом.

По мере движения состава мимо полузапруды действие струй течения будет распространяться на вторую баржу, поэтому нос головной баржи будет разворачиваться от полузапруды и создается угроза навала на полузапруду средней части состава. Рули на баржах должны быть переложены в противоположную сторону, а буксировщику нужно уклониться в сторону полузапруды. После прохода полузапруды носовой частью головной баржи на баржу действуют струи течения, направленные от полузапруды. Буксировщик к этому моменту должен уклониться в сторону полузапруды с тем, чтобы создать поворачивающий момент, препятствующий зарыскиванию баржи.

При правильном учете течения и согласованном действии рулями всех барж можно добиться прямолинейного движения состава и обеспечить безопасность плавания.

Управление составом в плесовых участках при движении вниз

При движении вниз на прямолинейных плесовых участках управление составом не представляет затруднений, нужно вести состав по линии наиболее быстрых струй течения, не допуская резких перекладок руля на буксировщике, чтобы выдерживать прямолинейность курса. При движении на криволинейных плесовых участках с большими радиусами кривизны судового хода, т. е. в ярах, нужно переложить руль на буксировщике на такой угол, чтобы траектория движения буксировщика была приблизительно параллельна оси судового хода на выбранном расстоянии от яра. Это расстояние нужно выбирать с учетом дрейфа состава от центробежной силы. Так как радиус циркуляции состава больше радиуса циркуляции буксировщика, при движении по кривой буксировщик должен идти по кромке стрежня, обращенной к выпуклому берегу, тогда состав будет идти по самому стрежню.

§ 7. УПРАВЛЕНИЕ СОСТАВОМ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ КРУТЫХ КОЛЕН

Наиболее сложен процесс управления буксируемыми составами при проводке через крутые колена, когда радиус кривизны мал и ширина судового хода ограничена. Сильный дрейф состава под действием центробежной силы и прижимных течений создает угрозу удара кормовой частью состава о вогнутый берег.

При проводке состава вниз через крутое колено поступают следующим образом. До входа в колено начинают плавно отводить состав ближе к песчаной косе выпуклого берега (рис. 126) и снижают скорость хода до малого или среднего.

Выбирая курс буксировщика, судоводитель должен стремиться к тому, чтобы радиус кривизны этого курса был наименьшим. Как видно из приведенной схемы, уменьшение радиуса кривизны курса буксировщика может быть достигнуто за счет выполнения части поворота до подхода к закруглению реки и укорочения длины буксирного троса.

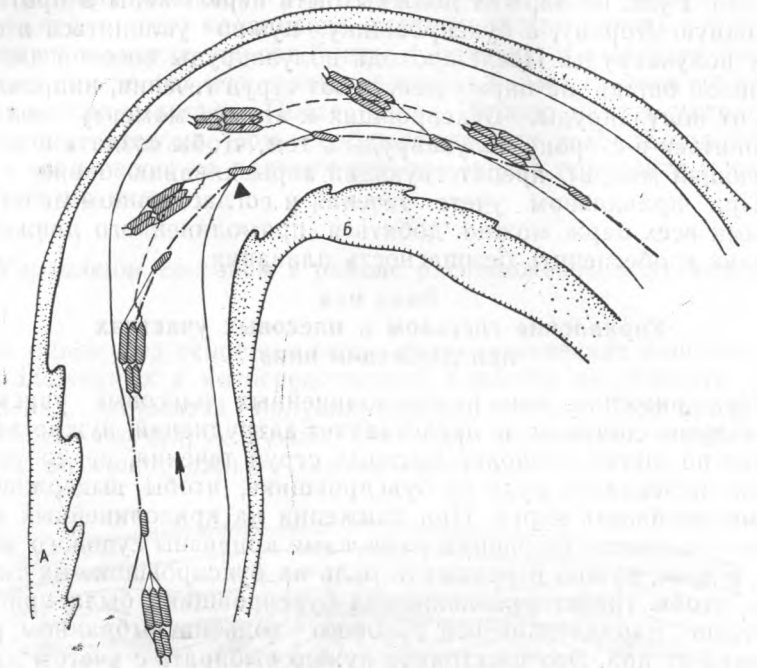


Рис. 126. Управление составом при движении в крутом колене

Судоводитель должен быть хорошо осведомлен о глубинах вдоль выпуклого берега и избирать курс возможно ближе к нему.

Когда буксировщик приблизится к выпуклому берегу крутого колена, скорость хода увеличивается до полного, а на баржах последнего счала рули перекладываются в сторону поворота. В это время буксирный трос находится под углом к буксируемому составу и увеличение силы тяги в основном будет направлено к увеличению угловой скорости поворота состава. После увеличения скорости рули барж последнего счала иногда перекладывают в сторону яра, что будет способствовать уменьшению дрейфа кормовой части состава в сторону последнего.

В дальнейшем буксировщик идет вдоль выпуклого берега, на минимальном расстоянии от него, и когда состав пройдет наиболее крутую часть поворота реки, начинает плавно отклоняться к середине русла реки. Рули на последнем счале барж состава ставятся в положение «прямо», и состав выходит на прямолинейный участок реки, продолжая движение по стрежню.

Управление составами с гибкой учалкой при прохождении крутых колен по течению на малых реках

Опыт работы буксирного флота на рр. Уфе и Белой показывает, что буксировка судов в кильватер или пыжами при гибкой учалке вниз по течению на малых реках наиболее целесообразна.

Гибкость состава достигается за счет интервалов между счалами. Как показывает опыт, величина этого интервала в каждом счале должна быть увязана с габаритами состава и габаритами пути. Величина интервала между счалами определяется по формуле

$$l_и = k \frac{B}{r}, \qquad (6.5)$$

где $l_и$ — длина интервала в *м*;

B — ширина большего счала у данного интервала в *м*;

r — радиус кривизны пути в *м*;

k — коэффициент $k = 10 \div 12$.

Состав формируется с учетом, что буксировщик для остановки состава не может сделать оборота в пути следования. Поэтому задние баржи состава ставят кормами по течению. При буксировке состава отмечается хорошая управляемость и устойчивость на курсе. При подходе к криволинейному участку скорость хода не снижается. До подхода к закруглению состав, идущий еще по прямолинейному участку, отводят к выпуклому берегу и выравнивают параллельно ему (рис. 127). При подходе на криволинейном участке буксировщик идет параллельно выпуклому берегу на всем протяжении крутого колена, на возможно близком расстоянии от него. На прямолинейных участках рулями барж обычно не управляют, а при подходе к криволинейному участку, после того как баржа или счал барж со-

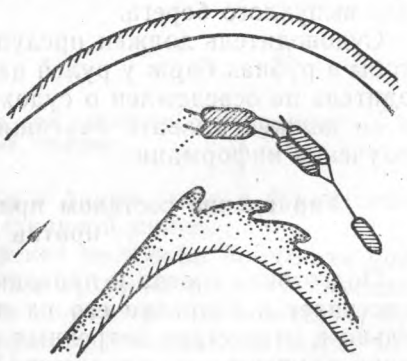


Рис. 127. Управление счалом при прохождении крутого колена при гибкой учалке баржи

става начнет поворачиваться на закругление, рули на баржах сначала перекладывают в сторону, противоположную повороту. Для нейтрализации дрейфа барж последнего сначала иногда используют цепи-волокуши. Эти мероприятия дают возможность обеспечить безопасное прохождение состава по крутому колену.

§ 8. УПРАВЛЕНИЕ СОСТАВОМ ПРИ ПРОВОДКЕ ЧЕРЕЗ ПЕРЕКАТЫ

Для безаварийной проводки состава через перекат судоводитель должен знать общую конфигурацию переката и габариты судового хода, положение и форму подвалья переката и заструг, скорость и направление течения, расположение знаков судоходной обстановки, характер грунта.

Эти знания достигаются изучением общей и специальной лоции района плавания и путем личных наблюдений.

Исходя из конкретных условий плавания на перекате судоводитель должен решить вопрос о способе проводки состава, т. е. будет ли проводка производиться на длинном буксирном тросе или, учитывая большую кривизну судового хода и малые габариты по сравнению с габаритами состава, следует производить проводку на коротком буксирном тросе. На очень сложных перекатах состав может проводиться по частям. Проводка состава на коротком буксирном тросе в период низких горизонтов воды, когда запасы воды под днищем барж близки к установленным Правилами плавания, становится основным способом. Укорочение буксирного троса производится на 50—60% длины, которая считается наивыгоднейшей при движении на плесовых участках реки. Укорочение буксирного троса должно производиться до начала заправки состава на перекат в тиховоде выпуклого берега.

Судоводитель должен предупредить шкиперов барж о том, чтобы в рубках барж у рулей находились вахтенные. Если судоводитель не осведомлен о судоходной характеристике переката, то он должен вызвать бакенщика с обстановочного поста для получения информации.

Управление составом при движении через перекат против течения

Подготовив состав к проводке через перекат, судоводитель приступает к заправке его на перекат, убедившись предварительно в отсутствии встречных судов и составов, если расхождение на перекате запрещено. Под заправкой понимается маневр постановки состава и особенно головной баржи в благоприятное относительно течения и подвалья положение.

Заправка на перекат при движении против течения производится следующим образом. Судоводитель, не доводя состав до нижних створов переката, плавно отводит его из тиховода выпуклого берега и идет параллельно яру приблизительно по

середине русла реки (рис. 128). В это время скорость хода снижается до среднего. Снижение скорости целесообразно производить по трем причинам: 1) при небольшой скорости подхода головной баржи к подвалью переката уменьшается рыскливость; 2) при сниженных оборотах двигателей судоводитель получает возможность использовать запас мощности буксировщика для создания большего поворачивающего момента; 3) чем меньше скорость движения баржи при зарыскивании, тем меньше ее инерция, а стало быть, тем легче развернуть ее в нужном направлении. Параллельно яру нужно идти до тех пор, пока головная баржа не подойдет к створной линии. В это время буксировщик приближается к затонской части переката.

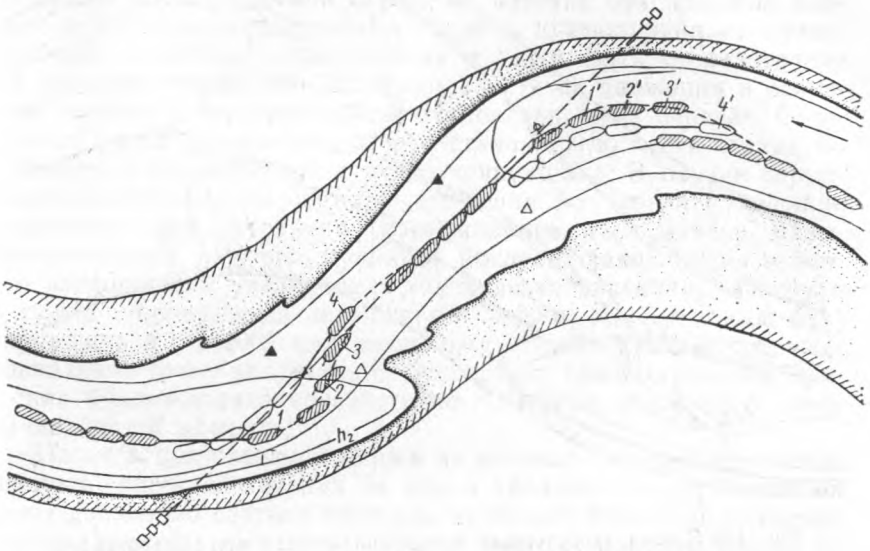


Рис. 128. Управление составом при движении через перекат **против течения**

При подходе головной баржи к линии створов буксировщик начинает уклонение в сторону створной линии.

При повороте баржи на перекат не нужно допускать больших отклонений буксирного троса от диаметральной плоскости баржи. С этой целью в процессе поворота буксировщику придают на непродолжительное время прямолинейный курс, пока угол между диаметральной плоскостью баржи и буксирным тросом не уменьшится, а затем снова продолжают поворот буксировщика и т. д. (см. рис. 128, положения *1*, *2*, *3*).

При таком способе захода на перекат весь состав принимает форму дуги, параллельной струям течения. При крутых заходах на перекат не следует опасаться навала последней баржи состава на наносные образования противоположного берега (ниж-

ние пески), так как бортовое давление воды на состав исключает это. Описанный маневр заправки на перекат у судоводителей-практиков на р. Волге получил название «правило невода», которое состоит в том, что при подходе к перекату создают давление воды с одного борта барж состава и тем самым придают составу изогнутую форму в виде невода.

При подходе головной баржи к подвалью переката она должна быть поставлена параллельно струям течения под углом, близким к прямому, по отношению к подвалью переката.

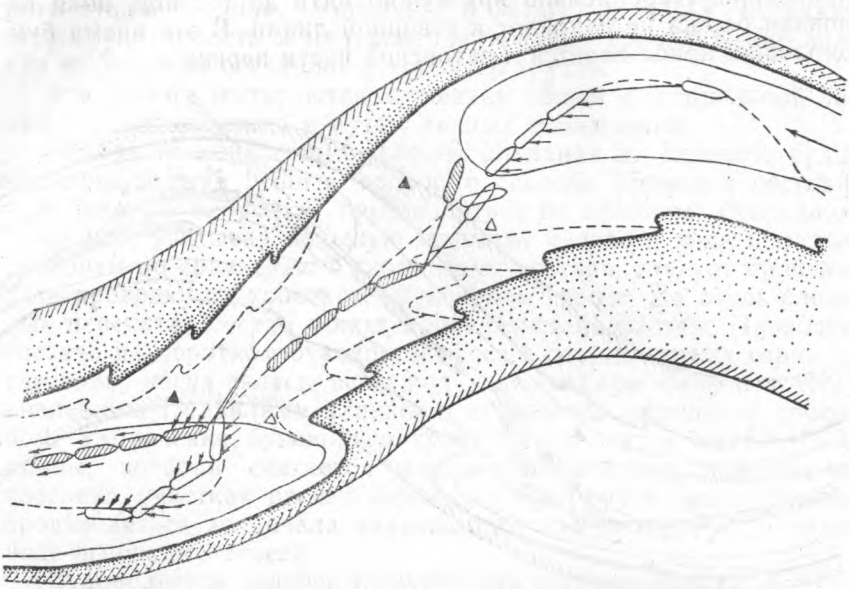


Рис. 129. Схема характерных положений состава при неправильном управлении составом при проходе переката

Наиболее характерной ошибкой, которая в последующем может привести к посадке на мель состава при движении по перекату, является то, что при подходе к подвалью изменением курса буксировщика создается большое давление воды у головной баржи, которое с борта наружного, по отношению к повороту, последовательно переходит на задние счалы, и состав принимает вид «змейки». Так как переход барж состава с криволинейного курса на прямолинейный происходит не сразу, а постепенно, с затухающей амплитудой рыскания, состав при движении по перекату занимает большую полосу, которая может оказаться больше, чем ширина судового хода, и тогда одна из барж состава носом или кормой встанет на мель (рис. 129).

Во время поворота состава на перекат вахтенные у рулей барж должны оказывать помощь буксировщику, управляя бар-

жевыми рулями. Основное управление производится рулями головной баржи.

Второй характерной ошибкой, которая встречается при заправке на перекат, является запаздывание в отводе состава из тиховода выпуклого берега. В результате головная баржа при входе на подвалье не успевает развернуться параллельно струям течения. Со стороны борта головной баржи, обращенного к подвалью, создается сильное давление воды от струй течения, и баржа зарыскивает в затонскую часть переката, т. е. как бы скользит вдоль подвалья. Иногда это зарыскивание не удается прекратить и в результате недоучета рыскливости возникает опасность посадки на мель.

После входа головной баржи на перекат буксировщик должен придерживаться створной линии и прямолинейного курса. Основное внимание судоводителя должно быть сосредоточено на головной барже, ибо от правильности ее движения в основном зависит успех проводки всего состава через перекат. С помощью рулей буксировщика и состава нужно вести состав по перекату в кильватерной струе буксировщика. В случае зарыскивания головной баржи при движении по перекату хорошие результаты для устранения зарыскивания дает маневр, называемый «взять кормой», сущность которого заключается в том, что буксировщик увеличивает ход и резко перекладывает руль в ту же сторону, куда зарыскивает баржа. Дрейф кормы буксировщика в сторону, противоположную перекладке руля, и несовпадение точки закрепления буксирного троса с центром вращения буксировщика способствуют быстрому появлению поворачивающего момента.

После входа головной баржи на перекат вследствие повышенных скоростей течения на нем и увеличения сопротивления воды движению состава скорость движения будет уменьшаться и управляемость состава ухудшится, поэтому обороты машин на буксировщике нужно увеличить.

При избрании курса на перекате следует учитывать, что свал воды обычно направлен от верхних песков в сторону нижних, более глубоководных.

При выходе из переката головной баржи нужно начать плавное уклонение со створной линии, управляя составом, как и при заправке на перекат. При резких поворотах буксировщика головная баржа под действием стрежневых струй и большого давления воды на борт, в сторону которого делается поворот, будет зарыскивать к верхнему яру, что вызывает уменьшение скорости движения.

Управление составом при движении через перекат по течению

При движении по течению на крутых поворотах на перекат возникает большая центробежная сила, так как скорости при движении вниз значительно больше, чем при движении вверх,

и дрейф в сторону, противоположную повороту, будет бо́льшим. Кроме того, состав при движении по криволинейной траектории имеет определенный угол дрейфа и будет двигаться под некоторым углом к направлению течения, что дополнительно увеличивает снос состава. При движении по перекату создается угроза навала состава сначала на приверх нижних песков и затем на верхнюю часть нижнего яра, на предотвращение которых и должно быть направлено внимание судоводителя при управлении составом во время движения по перекату.

Приближаясь к створной линии, судоводитель снижает скорость хода и начинает плавно отводить состав к выпуклому берегу. Поворот буксировщика рассчитывается таким образом, чтобы окончание поворота и выход на створную линию были примерно в середине корыта переката или немного выше его (рис. 130).

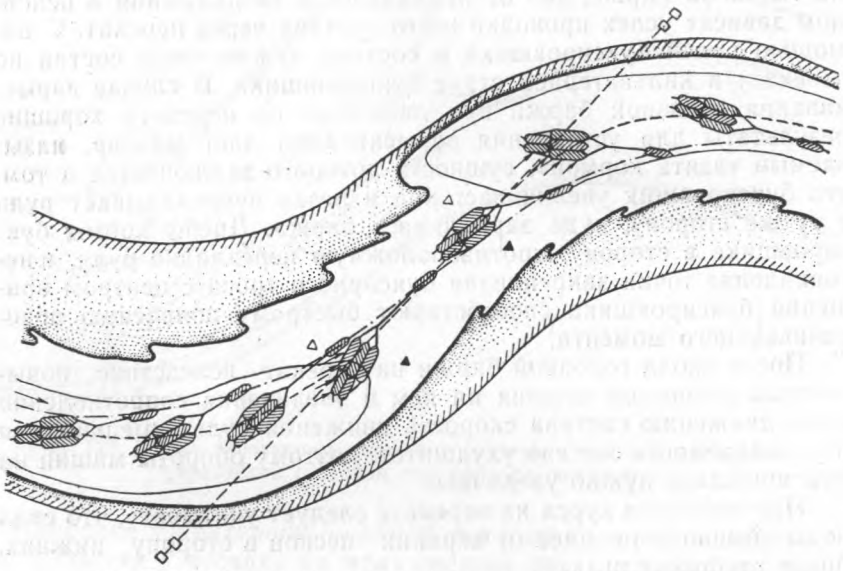


Рис. 130. Управление составом при движении через перекат по течению

Такая заправка дает возможность уменьшить центробежную силу за счет снижения скорости и увеличения радиуса циркуляции. Дрейф состава будет направлен в сторону нижнего яра, поэтому буксировщик стремится оставлять створы со стороны, противоположной направлению сноса. Для уменьшения дрейфа рули барж последнего счала перекладываются в сторону, противоположную повороту. После входа состава в корыто переката рули ставятся в положение прямо. После выхода на створную линию буксировщик непродолжительное время придерживается створа, чтобы вести состав на прямолинейном курсе, за-

тем начинает плавный поворот в нижнюю плесовую лощину. Когда состав выйдет из переката, рули на последнем сцале барж перекладываются в сторону нижнего яра и скорость хода увеличивается.

После окончания поворота и отвода состава от нижнего яра переката буксировщик продолжает движение по яру обычным способом.

§ 9. УПРАВЛЕНИЕ СОСТАВОМ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПОД МОСТ

Различают несколько способов проводки составов под мосты, а именно:

1) проводка на коротком буксирном тросе;
2) проводка с применением тормозных средств;
3) проводка с помощью вспомогательного буксировщика;
4) проводка по частям;
5) спуск состава кормой вниз при движении по течению.

Основным является первый способ, а выбор других способов зависит от местных условий плавания.

Управление составом при движении под мост против течения

После укорочения буксирного троса судоводитель выравнивает состав параллельно струям течения, постепенно увеличивает ход до полного и в дальнейшем при движении под мостом идет полным ходом. При приближении к направляющей паре бакенов или буев, на расстоянии около 200 *м* от моста судоводитель уточняет направление течения под мостом и совпадение течения с линией мостовых створов, так как при различных уровнях воды направление течения и линии створа могут не совпадать. Если створная линия совпадает с направлением течения, судоводитель выводит состав на створную линию и он сближается с мостом. В этом случае бокового сноса не будет. Если же имеется снос, то нужно ввести поправку на его величину, уклонившись в сторону, противоположную сносу, с таким расчетом, чтобы средняя часть состава находилась на створной линии. В это время следует вести наблюдение за движением состава, не допуская больших отклонений головной баржи от кильватерной струи буксировщика (рис. 131).

Пролет моста буксировщик должен проходить по его середине. Если состав идет по центру ходового пролета, то буксировщик должен выдерживать прямолинейный курс и после прохода моста до тех пор, пока последняя баржа состава пройдет мостовой пролет. В дневное время это не представляет затруднений. В темное время суток прямолинейность курса определяется по положению буксирного троса и сигнальным огням состава.

Если при подходе головной баржи к мосту судоводитель увидит, что вследствие зарыскивания или недоучета сноса от течения головная баржа состава идет близко к одному из устоев моста, то нужно уклониться в противоположную сторону, а затем снова выйти на прямолинейный курс, чтобы не создать раската среднего и последнего счалов на устой.

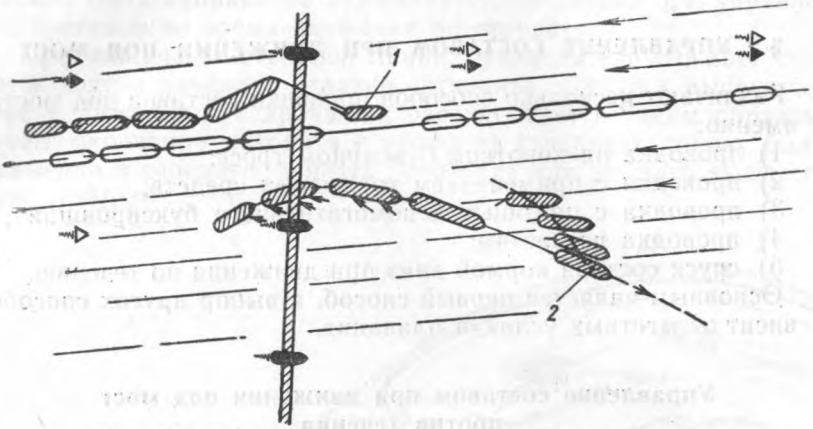


Рис. 131. Управление составом при движении под мост:
1 — зарыскивание головной баржи на устой моста; *2* — устранение угрозы навала на устой последней баржи состава

Если создается угроза навала на устой моста последнего счала, а средняя часть состава прошла устой, нужно резко уклониться в сторону этого устоя и затем идти новым прямолинейным курсом. Если маневр выполнен своевременно, то под действием бортового давления воды на состав последний счал отойдет от устоя. После прохода последней баржей пролета моста буксировщик выходит на нужный курс. Если состав имеет очень большую длину, а пролет моста сравнительно узкий и течение свальное, в целях безопасности движения лучше производить проводку, разбив состав на части. Процесс проводки каждой части будет аналогичен описанному выше.

Управление составом при движении под мост по течению с применением тормозных средств

Потребность в применении тормозных средств, в качестве которых используются цепи-волокуши, чаще всего возникает при проводке порожнего состава по течению, при боковом ветре или при наличии свального течения. При боковом ветре поступают следующим образом. Буксировщик, подходя к верхней паре направляющих бакенов, отводит состав на линию направляющих бакенов в наветренную сторону. С барж последнего счала отдают цепи-волокуши. Буксировщик идет прямолиней-

ным курсом на предельно близком расстоянии от линии направляющих бакенов полным ходом. Вследствие дрейфа от ветра последних счалов цепи-волокуши будут располагаться под углом к диаметральной плоскости состава, в результате чего сопротивление цепей-волокуш будет препятствовать дрейфу барж и угол дрейфа состава в целом будет небольшим.

После прохода последней пары направляющих бакенов буксировщик немного уклоняется под ветер и проходит пролет моста приблизительно по середине между створной линией и наветренным устоем, а состав проходит почти по середине пролета моста.

После прохода моста буксировщик снижает скорость хода, цепи выбираются, а затем ход снова увеличивают до полного.

Проводка состава кормой вниз при движении по течению

Наиболее безопасным способом проводки состава под мост при движении по течению является спуск состава кормой вниз, но он занимает много времени. Поэтому данный способ применяется в особо сложных случаях, когда при подходе к мосту имеется свальное течение, габариты состава большие, пролет моста сравнительно узкий.

При подходе к верхней паре направляющих бакенов судоводитель делает оборот (рис. 132, положение *1*), чтобы к концу оборота состав оказался ближе к створной линии ходового пролета моста. После оборота состав выводят на створную линию, если она совпадает с направлением течения (положения *2*, *3*), или параллельно струям течения. Затем скорость хода снижают до малого или самого малого с таким расчетом, чтобы состав получил под действием течения небольшую скорость по течению (положения *3*, *4*). Если по мере приближения к пролету моста состав сносит течением с середины ходовой полосы и создается угроза навала на один из устоев моста (положение *5*), увеличивают обороты машин, гасят инерцию и затем начинают поднимать состав против течения и одновременно уклоняются буксировщиком к противоположной стороне ходовой полосы. После того как состав выравняют параллельно струям течения (положение *6*), снова снижают обороты машин настолько, чтобы состав получил движение по течению. Таким образом добиваются постановки состава в струи течения, идущие в пролет моста, и спускают состав под мост (положение *7*). После прохода моста и нижней пары направляющих бакенов судоводитель увеличивает обороты машин, уклоняется к одной из сторон судового хода, делает оборот и продолжает рейс.

Обязательным условием возможности применения данного способа является наличие такой мощности у буксировщика, которой было бы достаточно, чтобы вести состав против течения.

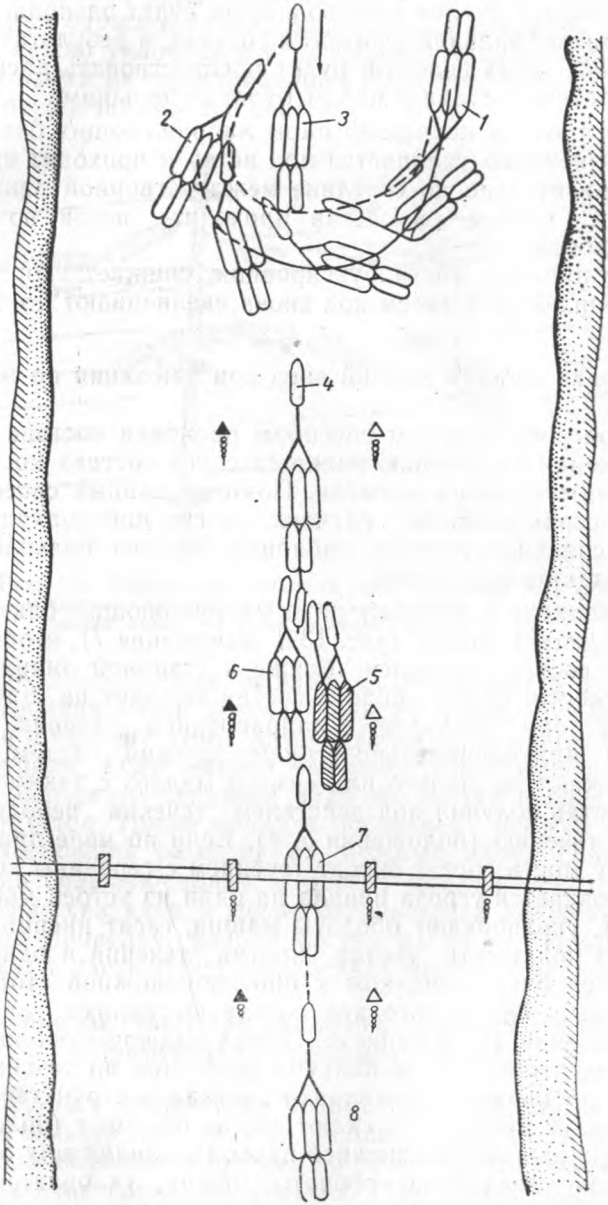


Рис. 132. Управление составом при движении под мост кормой по течению

Проводка состава кормой по течению в более сложных условиях, например при свальном течении и боковом ветре, может производиться и с помощью вспомогательного судна меньшей мощности, чем основной буксировщик. Вспомогательное судно подходит к корме последнего счала и подает буксирный трос на него, а затем выходит на буксир, направляя кормы барж в пролет моста. В этом случае движение состава происходит с небольшим углом дрейфа, так как на него под некоторым углом действуют две силы от натяжения буксирного троса основного и вспомогательного буксировщиков.

В основном же принцип управления остается прежним.

Проводка состава под мост при боковом ветре на шлюзованной реке

Проводка состава под мост при отсутствии или очень слабом течении в штилевую погоду не представляет затруднений. Выдерживая прямолинейный курс, буксировщик ведет состав по створной линии, как и при ровном течении.

При боковых ветрах состав получает большой дрейф, занимаемая им ширина ходовой полосы при прямолинейном курсе может быть больше, чем ширина судоходного пролета моста. Практика работы судоводителей Московского речного пароходства показывает, что в таких случаях можно безаварийно проводить составы под мост, если применять так называемый принцип раската состава на ветер, сущность которого состоит в ступенчатом изменении курса буксировщиком во время уклонения под ветер. Когда буксировщик изменяет курс, за ним быстро разворачивается первый счал барж. С выходом буксировщика на прямолинейный курс на последних счалах создается сильное бортовое давление воды, которое и компенсирует давление ветра.

При подходе к мосту буксировщик начинает отводить состав на ветер до тех пор, пока последний счал не пересечет створную линию мостовых створов (рис. 133). Затем на расстоянии около 200 *м* от моста буксировщик начинает уклоняться в сторону наветренного устоя, при этом его курс состоит из последовательно меняющихся прямолинейных и криволинейных курсов. Изменение курса производится всегда под ветер. В результате создаваемого бортового давления воды удается почти полностью компенсировать ветровой дрейф последних счалов. Приближаясь к пролету моста, буксировщик идет прямолинейным курсом ближе к наветренному устою. При прохождении первым счалом пролета моста состав будет иметь угол дрейфа значительно меньше, чем угол дрейфа состава, если бы он шел все время прямолинейным курсом. Однако, если буксировщик после прохода моста будет идти прямолинейным курсом, то угол дрейфа состава от ветра быстро начнет увеличиваться и задний

счал может навалиться на подветренный устой. Поэтому после прохода пролета моста первым счалом нужно снова начать раскат состава на ветер, чтобы исключить навал последнего счала на устой.

При выполнении этого маневра необходимо учитывать, что при определенных скоростях движения и скорости ветра возможно не только прекращение дрейфа последних барж от ветра, но и создание дрейфа на ветер, при котором может произойти навал барж последнего счала на наветренный устой моста. Чтобы быть уверенным в том, что не произойдет движения состава на ветер, следует до подхода к мосту на ближайшем участке реки при бортовом ветре применить вышеописанный ступенчатый курс и проследить за поведением последнего счала барж, т. е. не идет ли он на ветер.

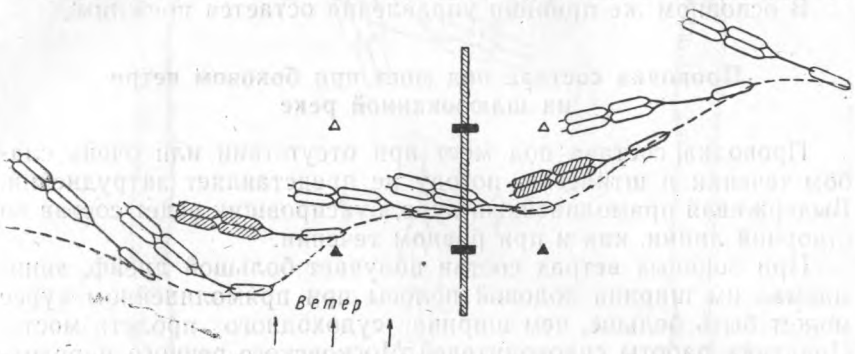


Рис. 133. Управление составом при движении под мост во время бортового ветра

Во время проводки под мост после каждого перехода на прямолинейный курс следует также наблюдать за положением состава, и если обнаруживается дрейф на ветер, то нужно идти прямолинейным курсом, ориентируясь на середину от створной линии до наветренного устоя.

При большой длине состава из порожних барж при боковых ветрах большой силы нужно производить расчалку и проводку состава по частям.

§ 10. ПОСТАНОВКА СОСТАВА НА ЯКОРЯ

До начала постановки на якорь судоводитель должен выбрать место якорной стоянки. При этом следует обращать особое внимание на наличие в выбранном месте стоянки слабых скоростей течения и грунта, обеспечивающего большую держащую силу якорей, так как обычно состав удерживается якорями только одной головной баржи, или якорями барж первого счала при пыжевых составах, или кормовыми якорями барж последнего счала при движении по течению. При ходе по течению для

постановки состава на носовые якоря нужно предварительно сделать оборот.

В случае, если остановка состава кратковременна, то она должна осуществляться не на якорях состава, а на якоре буксировщика.

Судоводитель постепенно снижает скорость хода до малого и идет к выбранному месту остановки. Нужно выравнять состав параллельно струям течения, а затем для более быстрого погашения инерции ослабить буксирный трос, т. е. работать машиной периодически с тем, чтобы не натягивать буксирный трос и в то же время не приближаться к составу. Инерция буксировщика погашается значительно быстрее, чем инерция состава. После остановки состава, как только он начинает сплывать назад, отдаются якоря. Во время стравливания якорной цепи до полной остановки состава нужно следить, чтобы буксирный трос не был натянут, так как впоследствии, когда буксировщик его ослабит, может возникнуть дрейф состава на якорях. После того как состав будет поставлен на якоря, отдается якорь с буксировщика. В дальнейшем, особенно при плохой видимости вследствие тумана, надежность стоянки состава определяется по состоянию буксирного троса буксировщика. Иногда после остановки состава возникает потребность в отходе буксировщика от состава (для подводки или отводки барж, оказания помощи другим судам или забора топлива и продовольствия и т. д.). В таких случаях после остановки состава, если буксировка производилась на коротком буксире, буксировщик спускается кормой к составу, отдает носовой якорь и, потравливая якорную цепь, швартуется кормой к головной барже. Затем огон буксирного троса передают с гака буксировщика на головную баржу, где он или завертывается на швартовных кнехтах или закрепляется с помощью «клевки». Закреплять его нужно для того, чтобы он не оказался за бортом в случае возникновения дрейфа состава и травления якорной цепи на составе. Если буксирный трос закреплен на буксирной лебедке, то он отдается с состава и выбирается на буксировщик.

Буксирный трос передавать на состав нельзя, если он длинный, так как при движении назад к составу трос может попасть в движители буксировщика, поэтому буксир в подобных случаях отдают с гака буксировщика на буек. Производят это следующим образом. Буксирный трос вытягивают в направлении диаметральной плоскости головной баржи так, чтобы его можно было легко найти даже ночью, по сигналам на мачтах барж состава, которые будут как бы створами, указывающими его направление. Затем к огону буксира крепят буйреп буйка. Кладут буек на краю борта между первой буксирной аркой и кожуховыми каютами, а буксирный трос сваливают на борт. Удаляют людей с кормы и перекладывают руль на буксировщике на тот борт, в сторону которого положен буек. Останав-

ливают машину и подают команду «отдать буксир»; после открытия гака, под действием силы тяжести, буксирный трос падает и увлекает за собой буйреп с буйком. Если открыть гак, когда буксирный трос находится на арках, то он будет после открытия гака ударять коушем об арки и может оборвать буйреп. После отдачи буксира буксировщик дает ход вперед и уходит.

Прием буксира на гак производится следующим образом. При подходе к головной барже буксировщик выходит на линию ее диаметральной плоскости, выше положенных якорей и малым ходом идет вперед. В ночное время включается прожектор или ориентируются стояночными огнями на первой барже как створами. На корме буксировщика находится готовый к отдаче четырехрогий якорь-кошка с прочным пеньковым тросом. Увидев буек, судоводитель уклоняет буксировщик в сторону, проходит мимо буйка на расстоянии 5—8 *м* и останавливает буксировщик таким образом, чтобы его кормовая часть была на траверзе буйка. Выбрасывают якорь-кошку так, чтобы он упал немного выше буйка. С помощью якорь-кошки поднимают буек на борт буксировщика, а затем поднимают коуш буксирного троса на борт буксировщика и закладывают в гак. После отсоединения буйрепа буксировщик выходит на буксир.

Постановка состава на кормовые якоря в пути следования

При возникновении потребности в остановке состава во время движения по течению, когда оборот по условиям плавания сделать невозможно, производят остановку состава на кормовых якорях.

Выбрав место остановки вблизи берега со слабыми скоростями течения, судоводитель сбавляет ход до малого и приближается к этому берегу. Как только состав будет выравнен параллельно берегу, с барж последних счалов, а иногда и с предпоследнего счала (при больших скоростях течения) отдают заранее приготовленные цепи-волокуши.

После отдачи цепей-волокуш состав движется, замедляя скорость хода, а буксировщик ослабляет буксирный трос. Когда скорость движения состава будет меньше скорости течения, отдают якоря, при этом необходимо стремиться к одновременной их отдаче. Якорные цепи вытравливают на длину, равную 1,1—1,2 глубины данного места с тем, чтобы при их натяжении не произошло сильного рывка. На буксировщике буксирный трос закрепляют на последней буксирной арке или на кормовых кнехтах, чтобы под действием течения не произошел разворот буксировщика. После отдачи якорей скорость состава быстро уменьшается, якорные канаты начинают периодически травить по 2—3 *м* и добиваются полной остановки состава.

При съемке с якорей с помощью кормовых шпилей выбирают цепи-волокуши, а затем якоря. Работа по подъему якорей

трудоемкая, так как сначала требуется подтянуть состав к якорям против течения, а затем якоря будут отделяться от грунта. Поэтому эта работа объявляется авральной.

В некоторых случаях, когда подъем якорей не удается, буксировщик передает буксир на пыжи головного счала и подходит к кормам барж последнего состава. С помощью дежурного буксирного троса буксировщик наводит состав на якоря и тем самым облегчает их подъем.

После подъема якорей буксировщик снова подходит к баржам первого счала и, приняв на гак буксирный трос, выходит на буксир и продолжает рейс.

§ 11. ПЕРЕДАЧА СОСТАВА ДРУГОМУ БУКСИРОВЩИКУ

Следует различать два вида передачи состава другому буксировщику:

1) передача состава на короткий промежуток времени;

2) передача состава другому буксировщику в границах тяговых плеч, когда предусматривается новый рейс с другим составом.

В первом случае передача состава обычно производится на ходу, или, как говорят, «с гака на гак».

Судоводитель буксировщика, который должен принять состав, после обмена сигналами на встречу или обгон, при приближении к буксировщику, идущему с составом, сообщает ему о кратковременной передаче состава. Последний начинает снижать скорость хода до малого, выдерживая прямолинейный курс. Пришедший на смену буксировщик швартуется к буксировщику, ведущему состав, с таким расчетом, чтобы гак пришвартовавшегося буксировщика был несколько смещен к корме по отношению гака буксировщика, ведущего состав. К коушу буксира крепят пеньковый трос-проводник, конец которого передают на принимающий буксировщик. К буксирному тросу крепят «клевку», второй конец которой закрепляют на кормовых швартовных кнехтах пришвартовавшегося буксировщика. Затем оба буксировщика на короткий промежуток времени останавливают машины, и когда буксирный трос ослабнет, его отдают с гака. Падению за борт буксира препятствует клевка, которая натягивается, и буксир скатывается с арок буксировщика в пространство между бортами судов. Конец буксира с коушем с помощью проводника подтягивают к гаку принимающего буксировщика. После закрепления коуша буксира в гаке отдают швартовные тросы, клевку и проводник. Первый буксировщик уходит, а второй продолжает движение с составом.

В том случае, если происходит передача состава одного буксировщика другому в границах тягового плеча и если буксирный трос находится на буксирной лебедке, передача состава производится следующим образом.

Капитан, принимающий состав к буксировке, швартует буксировщик к головной барже в носовой части состава и осматривает состав для приема к буксировке. В это время вахтенный начальник буксировщика организует подачу буксира на головную баржу. Ходовой конец буксира закладывается в уши баржи и укладывается около буксирных кнехтов баржи. После окончания приема состава приступают к освобождению буксирных кнехтов головной баржи. Буксировщик, ведущий состав, уменьшает ход до самого малого. К буксиру стопорным узлом крепится прочная клевка, другой конец которой закрепляется на носовых швартовных кнехтах баржи. Затем буксир медленно травят. Вся нагрузка от натяжения буксирного троса будет посредством клевки перенесена на носовые швартовные кнехты баржи. После этого освобождают буксирные кнехты баржи и закрепляют на них буксирный трос второго буксировщика и тот выходит на буксир. Буксировщик, ведущий состав, ослабляет буксирный трос, остановив на короткий промежуток машины, отдает клевку и буксир. Первый буксировщик уклоняется с курса состава и начинает выбирать буксирный трос.

Передача последней баржи состава другому буксировщику

Буксировщик, принимающий баржу из состава, швартуется к ее носовой части, если хочет взять ее на буксир, или к кормовому плечу, если поведет ее методом толкания. После учалки буксировщика-толкача с баржей отдаются бухты с баржи. Буксировщик, ведущий состав, в это время идет малым ходом. После отчалки баржи основной буксировщик увеличивает ход, а рейдовый буксировщик после образования интервала между баржей и составом ведет ее в нужном направлении.

При взятии баржи на буксир поступают следующим образом. С буксирных кнехтов последней баржи отдают бухту с борта, к которому пришвартовался рейдовый буксировщик; бухту закрепляют на носовых швартовных кнехтах последней баржи, затем отдают вторую бухту; буксирные кнехты баржи остаются свободными. Рейдовый буксировщик подает свой буксирный трос. Баржа под действием натяжения бухты будет отходить в сторону от диаметральной плоскости состава. Затем буксировщик отдает швартовы и начинает выходить на буксир. В это время отдается первая бухта, которой баржа крепится к составу.

Передача средней или головной баржи другому буксировщику

Если нужно взять из состава среднюю баржу, то рейдовый буксировщик швартуется к ее носовой части и подает свой буксирный трос, проделав описанные выше операции (рис. 134). За-

тем выходит на буксир и, уклонившись от впереди идущей баржи, идет курсом, параллельным курсу транзитного буксировщика. Когда последняя баржа поравняется с кормовой частью головной баржи состава, на нее подается прочный швартовный трос и отдаются бухты с отводимой баржи. Рейдовый буксировщик отводит баржу в нужном направлении. Оставшаяся часть состава на швартовном тросе приближается к головной барже и состав учаливается обычным способом.

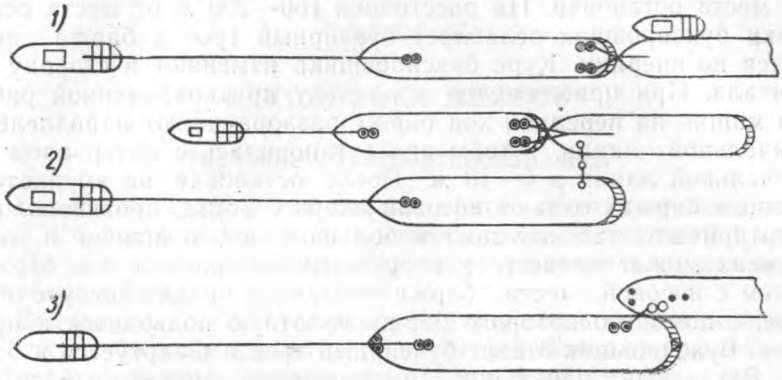


Рис. 134. Передача средней баржи состава другому буксировщику

Если мощность рейдового буксировщика недостаточна для того чтобы подвести всю часть состава, следующую за головной баржей, то сначала подводят к ней те баржи, которые должны следовать в составе транзитного буксировщика. Затем при взятии из состава средней баржи поступают так же, как при взятии последней баржи состава.

Если рейдовому буксировщику нужно взять из состава головную баржу, то он швартуется к головной барже. Свой буксир он подает тем же способом, как и при передаче состава другому буксировщику. Транзитный буксировщик, отдав свой буксирный трос, выбирает его на борт. Затем подходит к носовой части второй баржи и подает буксирный трос. После этого отдаются бухты с головной баржи, и транзитный буксировщик выходит на буксир, а рейдовый отводит головную баржу по назначению.

Вышеописанные операции в практике производятся при малых скоростях или при отсутствии течения на прямолинейных участках. При движении по течению или при бортовом ветре выполнение маневра значительно усложняется и иногда становится невозможным.

§ 12. ПОДВОДКА БАРЖ СОСТАВА К ПРИЧАЛУ

В порту прибытия составы обычно ставят на якоря на рейде. Расформировывают состав и разводят баржи по причалам рейдовые буксировщики. Однако иногда расформирование состава производится и транзитным буксировщиком.

Баржи подводят к причалу на коротком буксирном тросе или «под плечом», двигаясь малым ходом под углом к причальной линии 10—15°. Курс избирается на ориентир, лежащий выше места остановки. На расстоянии 150—200 *м* от места остановки буксировщик ослабляет буксирный трос и баржа движется по инерции. Курс буксировщика изменяют в сторону от причала. При приближении к причалу кратковременной работой машин на передний ход баржу разворачивают параллельно причальной линии, чтобы она остановилась с интервалом от причальной линии в 5—10 *м*. После остановки на крупнотоннажных баржах отдают носовой якорь с борта, противоположного причалу, так как даже небольшой удар о причал в этих случаях может привести к повреждениям причала или баржи. Затем с носовой части баржи на причал подают швартовный трос, с помощью которого баржа вплотную подводится к причалу. Буксировщик отдает буксирный трос и швартуется к барже. Вахтенный начальник буксировщика может отойти от баржи лишь после того, как он проверит надежность учалки баржи и безопасность ее стоянки.

При подводке баржи к причалу «под плечом» маневр привала выполняется аналогично. Более точная остановка баржи у причала достигается гашением инерции баржи движителями буксировщика.

ГЛАВА VI

БУКСИРОВКА ПЛОТОВ

Значение транспортировки леса

Советский Союз имеет свыше трети лесных запасов всего мира. Общая площадь лесов в нашей стране составляет 1,1 млрд. *га*. Из них удобная для транспортного освоения площадь лесов составляет 65%.

Ведущееся в СССР крупное промышленное, жилищное и культурно-бытовое строительство требует большого количества деловой древесины, являющейся важнейшим строительным материалом.

Свыше 60% всего заготовляемого в Советском Союзе леса транспортируется к местам потребления по водным путям. Дальнейшее развитие лесных заготовок в нашей стране предусматривает преимущественный вывоз леса по речным магистралям.

Речной транспорт при транспортировке леса имеет значительные преимущества перед другими видами транспорта, заключающиеся в том, что нагрузка на единицу мощности при буксировке плотов в несколько раз больше по сравнению с железнодорожной. Например, средняя кубатура плота, буксируемого на магистральных реках, составляет 20—25 тыс. $м^3$. Буксировку такого плота осуществляет паротеплоход мощностью 400 *л. с.* Для перевозки такого количества леса по железной дороге потребовалось бы 12 железнодорожных составов с 12 паровозами мощностью 1200 *л. с.* каждый. Стоимость перевозки леса речным транспортом в 8—9 раз дешевле перевозок леса по железной дороге. В общем грузообороте речного транспорта перевозки леса составляют около половины всех перевозок.

С образованием крупных водохранилищ перевозки леса в плотах осложнились из-за малой скорости движения и недостаточной волноустойчивости существующих плотов, поэтому объем перевозок леса в плотах сокращается за счет увеличения перевозок леса в судах. К 1970 г. в Волго-Камском бассейне перевозка леса будет осуществляться только в судах.

§ 1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ПЛОТУ

Плотом называется состав из одной или нескольких сплоточных единиц, установленных в определенном порядке и прочно учаленных между собой, оснащенных сигналами и средствами управления в соответствии с Правилами сплава и Правилами плавания.

Сплоточной единицей называется группа бревен, расположенных в определенном порядке, прочно скрепленных между собой при помощи сплоточного такелажа и имеющих определенную форму. Плот любого типа является однорейсовой транспортной единицей.

К плоту предъявляются следующие требования:

1) крепление плота должно обеспечивать перевозку леса без потерь;

2) плот должен быть устойчив на курсе, легко вписываться в габариты судового хода;

3) плот должен иметь высокий коэффициент полнодревесности и минимальное сопротивление;

4) конструкция плота должна позволить делить его по длине и ширине на части определенных размеров, соответствующие габаритам шлюзов или других лимитирующих участков для проводки по частям.

В большей степени в настоящее время удовлетворяют перечисленным выше требованиям речные плоты пучковой сплотки.

Габариты плотов и виды плотовых составов

Под габаритами плотов принято понимать их размеры: длину, ширину и осадку.

В зависимости от судоходных условий водного пути габариты плотов могут быть различными.

Несмотря на разнообразие условий плавания на этих участках на шлюзованных водных путях, длина, ширина плотов или секций, из которых состоит плот, устанавливается с учетом размеров камер шлюзов. Плоты буксируются по одному или формируются в составы из нескольких плотов (рис. 135). Баржи ставятся впереди плота при буксировке на каналах для увеличения скорости движения плотового состава.

При буксировке малогабаритных плотов в водохранилище во время ветра, для предохранения плота от разрушения ветровыми волнами с наветренной стороны плота вдоль его борта устанавливают баржи. Если ветро-волновой режим легкий, плотовые составы формируют из двух—четырех секций, учаленных в кильватер. Во время ветра кильватерный состав из четырех секций спаривается.

При буксировке плотов в каналах баржи иногда ставят и позади плота. Это делается в случаях, когда баржи подбукси-

ровываются в пути следования. Этим достигается выигрыш во времени на маневровые операции и учалку, так как подбуксировка барж производится на ходу.

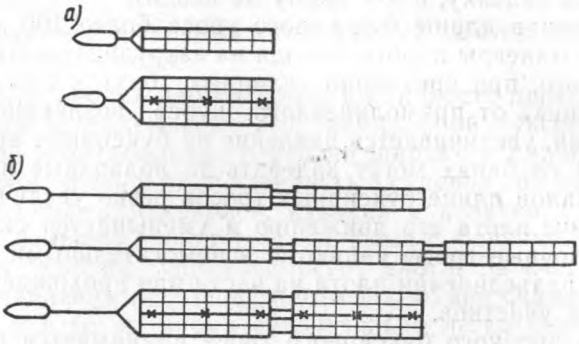


Рис. 135. Схемы плотовых составов:
а — на реках; *б* — на шлюзованных реках и водохранилищах

На канале имени В. И. Ленина плотовые составы имеют такой же вид, как и на канале имени Москвы, но, учитывая меньшие габариты камер шлюзов, длина плота принята равной 120 *м*, ширина до 15 *м* и осадка 2,5 *м*.

Оборудование и такелаж плотовода

Буксировщик, предназначенный для буксировки плотов по рекам, должен иметь хорошую управляемость.

Плот незначительно возвышается над поверхностью воды, поэтому при большой высоте буксирных арок буксирный трос лежит на арках, что отрицательно действует на управляемость буксировщика. Для нормальной управляемости плотовода необходимо, чтобы между арочным буксирным тросом и арками зазор был не менее 5 *см*. При буксировке плотов на длинном буксире по каналам и водохранилищам буксир всегда находится на арках без зазора.

Площадь пера руля на колесных плотоводах по сравнению с буксировщиками барж должна быть увеличена на 20—25%, так как давление воды на перо руля уменьшается вследствие небольшой скорости движения относительно воды.

Плотовод должен быть снабжен двумя буксирными тросами (бухтами), расчалочными тросами, арочным буксирным тросом, креп-тросами, буйками для поддержания бухт, вожжевыми тросами, ходовым буксиром для буксировки плотов на шлюзованных реках и водохранилищах, тросовыми скобами-сжимами, спаренными блоками.

Длина бухт приблизительно равна ширине плота. Из опыта работы на р. Волге наивыгоднейшей длиной буксирного троса считается длина в 90—100 *м*. Трос, находящийся на плоту и идущий на заделку, в эту длину не входит.

Увеличение длины буксирного троса более 100 *м* вызывает излишние маневры паротеплохода на затруднительных участках. Кроме того, при чрезмерно длинных бухтах при отклонении буксировщика от прямолинейного курса возникают большие провисания, увеличивается давление на буксирные арки и тросы на малых глубинах могут задевать за подводные препятствия.

При малой длине буксирных тросов резко увеличивается сопротивление плота его движению и уменьшается скорость.

Расчалочные тросы являются вспомогательными и применяются при разъединении плота на части при прохождении затруднительных участков.

Длина арочного буксирного троса принимается равной расстоянию от буксирного гака до кринолина. Арочный буксирный трос по сравнению с основным подвергается более быстрому износу, поэтому диаметр арочного буксирного троса должен быть на 2—3 *мм* больше диаметра основного буксирного троса или бухты.

Креп-тросы, тросовые скобы или сжимы служат для соединения буксирных тросов плотовода с лежнями плота.

Плотоводы снабжаются металлическими буйками для удержания бухт на плаву. Применение буйков исключает задевание бухт за подводные препятствия.

Для повышения управляемости плотовода используют вожжевые тросы. В качестве вожжевых тросов применяется стальной трос диаметром 15—20 *мм*. Длина вожжевых тросов больше длины корпуса плотовода на 15—20 *м*.

На носовом фальшборте плотовода с каждого борта устанавливаются роульсы, служащие для изменения направления вожжевых тросов.

Длина буксирного троса при буксировке плота на шлюзованной реке или на водохранилище может быть доведена до 300—400 *м*.

§ 2. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА УПРАВЛЯЕМОСТЬ ПЛОТА, И ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПЛОТАМИ

Буксируемый плот в известной мере можно уподобить движению баржевого состава. Однако между движением барж на буксире и транспортированием плота имеются различия, к которым прежде всего следует отнести:

а) относительно большие габариты плота;

б) значительно большее количество единиц, составляющих плот, по сравнению с судовым составом и большая его гибкость;

в) относительно большое сопротивление воды движению плота;

г) малая скорость движения по сравнению с судовым составом.

Исходя из перечисленных особенностей плотов, можно сделать следующие выводы.

1. Для буксировки плотов по рекам гибкость плота является необходимым условием для его нормальной буксировки, так как при больших габаритах плота по ширине и длине гибкость позволяет вписывать плот в извилистый судовой ход на реке при прохождении перекатов, колен, извилин и излучин.

2. При большом количестве единиц и большой гибкости улучшаются условия управляемости плота. За счет создания бортового давления на голову плота последние счалы управляются хуже и в то же время сравнительно легко реагируют на воздействие свальных течений, ветровой нагрузки и центробежных сил. Силами, которые будут противодействовать их отклонению, будут силы бортового сопротивления воды, поэтому скорость движения плота относительно воды при буксировке вниз должна быть больше скорости течения.

Практика буксировки плотов показывает, что для сохранения управляемости плота необходимо, чтобы скорость его движения была больше скорости течения по крайней мере на 0,4 *м/сек*. Иногда в условиях действия ветра, свального течения и центробежной силы возникает потребность в других какихлибо средствах управления плотом. Такими средствами являются лоты, цепи-волокуши, завозные якоря, вспомогательные буксировщики.

Большое сопротивление плота, особенно бортовое, приводит к тому, что плот медленно реагирует на изменения курса, а при малой скорости движения способствует увеличению дрейфа при движении под углом к течению или ветру. Судоводители плотоводов должны хорошо знать направление течения, особенно на затруднительных участках реки. Производить заправку плота на затруднительных участках нужно за несколько километров до подхода, чтобы не допускать поворота под большим углом к направлению течения.

Как показывает опыт, плоты теряют управляемость на криволинейных речных участках при ветре силой 6 и более баллов, если ветер направлен в сторону вогнутого берега. В этом случае под действием центробежных сил, сил давления ветра и течения, направленных в сторону вогнутого берега, задняя часть плота наваливается на берег.

§ 3. ПРИЕМ ПЛОТА К БУКСИРОВКЕ И ОТПРАВЛЕНИЕ В РЕЙС

Для приема плота к буксировке по реке буксировщик швартуется против течения с речной стороны передней части плота. Если плот широкий, то буксировщик подходит к торцовой части

плота. При буксировке плота на шлюзованной реке, в водохранилище или канале буксировщик подходит к передней части плота кормой, предварительно отдав носовой якорь. После швартовки судна к плоту капитан и III штурман приступают к приемке плота к буксировке, I и II штурманы с матросами — к подаче на плот бухт и их заделке.

При приемке плота проверяются:

1) соответствие количества сплоточных единиц в плоту количеству, указанному в спецификации и ведомости;

2) техническое состояние сплоточных единиц, продольные и поперечные крепления плота;

3) количество и исправность якорей и лотов, соответствие их веса кубатуре плота [1];

4) устройства для подъема якорей и лотов;

5) количество плотовой команды;

6) габариты плота [2];

7) количество сигнальных средств на плоту (фонарей, манишек) согласно количеству, установленному Правилами плавания для плотов данных габаритов.

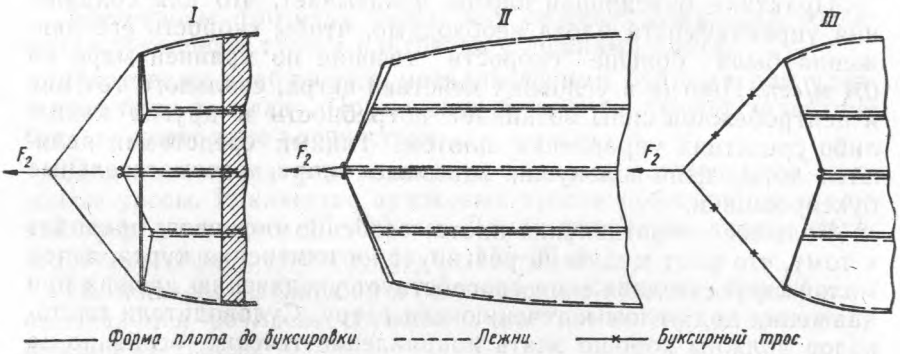


Рис. 136. Форма головной части плота при различных способах заделки буксирного троса:
I — за три ветви буксирного троса; *II* — с применением спаренных блоков; *III* — за бортовые лежни плота

Существуют три способа заделки буксирного троса на плоту:

1) за бортовые лежни плота с помощью двух бухт;

2) за три ветви буксирного троса, заделываемые за бортовые и средний лежни плота;

3) заделка буксирного троса с помощью спаренных блоков.

---

[1] Согласно правилам лесосплава в полноводный период навигации на каждые 100 $м^3$ древесины плота предусмотрено 30 *кг* станового (якорей) и 38 *кг* тормозного (лотов) железа; в меженный период — 22 *кг* станового и 30 *кг* тормозного железа.

[2] Осадка проверяется у сплоточных единиц, наименее выступающих над поверхностью воды, так как они имеют наибольшую осадку.

От способа заделки буксирного троса на плоту зависит распределение тягового усилия буксира на лежни плота. От распределения тягового усилия зависит форма передней части плота во время буксировки (рис. 136), величина сопротивления воды и скорость движения. Проведенные в 1962 г. ГИИВТом натурные испытания показали, что скорость движения плота на водохранилище при заделке буксирного троса с помощью но-

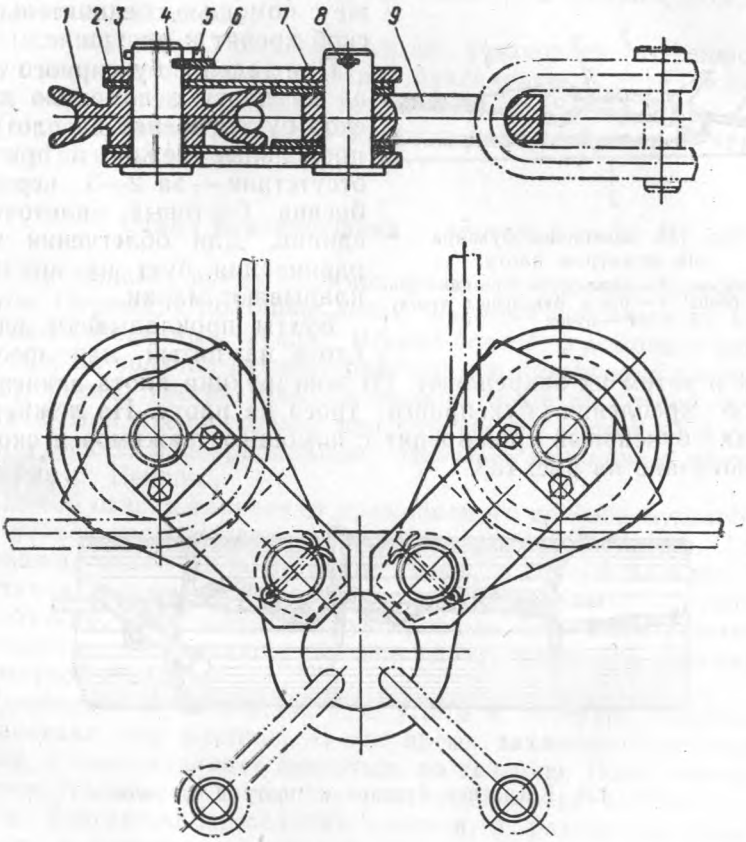


Рис. 137. Спаренные блоки для учалки плотов при буксировке:
1 — блок; *2* — щековина; *3* — накладка; *4* — ось; *5* — болт, *6* — оседержатель; *7* — планка щековины; *8* — шплинт; *9* — проушина

вого способа с использованием спаренных блоков при прочих равных условиях на 6% выше по сравнению с буксировкой за три ветви буксирного троса и на 11% — в сравнении с буксировкой за бортовые лежни.

Кроме того, при буксировке плота с использованием спаренных блоков передняя часть плота становится более прочной и

способна выдерживать большее воздействие волн, что очень важно при буксировке плота на водохранилищах.

Устройство состоит из двух подвижных блоков с обоймами, навешенными на проушину. В круглое отверстие проушины вставляются две соединительные скобы (рис. 137).

Две ветви буксирного троса (бухты) закладывают в обоймы блока, а их концы крепят к коушам бортовых лежней плота с помощью соединительных скоб. Внутренние лежни плота также с помощью соединительных скоб крепят к проушине.

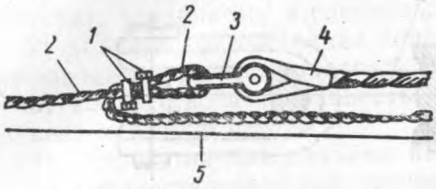


Рис. 138. Крепление буксира на лежневом плоту:
1 — сжимы; *2* — лежень; *3* — соединительная скоба; *4* — бухта буксирного троса; *5* — пучок

При заделке буксирного троса на плоту с помощью двух скоб бухты крепят на плоту за продольные лежни, а при их отсутствии — за 2—3 верхних бревна бортовых сплоточных единиц. Для облегчения выравнивания бухт на них накладывают марки.

Бухты прокладывают вдоль плота на пятый или шестой пучок и затем их закрепляют. От конструкции плота зависит и способ крепления буксирного троса на плоту. На лежневых плотах буксирный трос крепят с помощью зажимов и скобы, как показано на рис. 138.

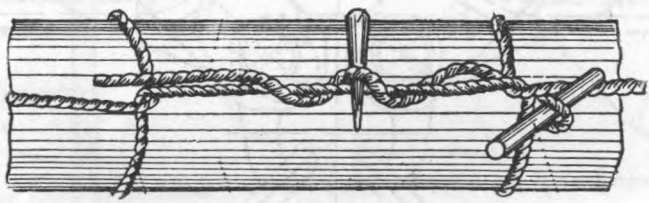


Рис. 139. Крепление буксира к плоту в ошлаговке

Если бортовые пучки ошлагованы лежнем, то процесс закрепления буксира упрощается, огон или петля бухты продевается под второй шлаг сплоточной единицы, считая от передней части плота, и удерживается с помощью ромжины.

Затем бухту буксирного троса в трех-четырех местах крепят к лежню с помощью деревянного клина, как показано на рис. 139.

Кроме того, на передней части плота буксирный трос крепят цепным хомутом или скобой к крепежным тросам, чтобы он не скользил поперек плота. При отсутствии бруствера, для

того чтобы буксирный трос не попадал под плот, впереди передней части плота делается четырехбревенчатый плашкоут.

Для того чтобы приподнять буксирный трос над водой, на конце плота устанавливается трехбревенчатый рассадник. На плотах в пакетных бонах (ВКФ) [1], предназначенных для буксировки в озерах и водохранилищах, бортовой лежень заканчивается огоном с коушем. Это дает возможность присоединить к нему бухту буксирного троса непосредственно с помощью соединительной скобы.

После проверки составляется акт установленного пароходством образца о приеме плота к буксировке. В акте указываются дефекты, подлежащие устранению.

После окончания приема плота и подачи буксиров приступают к выходу в рейс.

Отвал буксировщика с плотом в рейс

В настоящее время применяются три способа буксировки плотов. Первый, с помощью лотов, является основным на крупных нешлюзованных реках. Второй способ, с помощью рысковых якорей, получил распространение при буксировке плотов на малых реках. Третий (без тормозного железа) способ буксировки плотов распространен при буксировке плотов на шлюзованных реках, водохранилищах, озерах и каналах, а также в бассейне р. Печоры.

Способ отвала зависит от применяемого способа буксировки. При первом способе сначала поднимаются лоты и якоря. С буксировщика отдаются швартовные тросы, поданные на плот. Под действием течения буксировщик начинает сплывать и натягивает буксир. Если удержать буксировщик под углом к течению не удается, натягивают заранее приготовленную вожжевую стрежневой стороны.

Удерживая буксировщик под углом к течению, постепенно увеличивают ход машины. В это время заканчивается подъем якорей, и плот начинает двигаться по течению. Плот отводят в сторону судового хода до тех пор, пока матки не отойдут от берега. Буксировщик, ослабив вожжевую, разворачивается по течению и ложится на нужный курс.

При буксировке плотов с помощью завозных якорей отвал в рейс производится следующим образом. В речную сторону, несколько выше головной части плота, завозится с помощью лодки рысковой якорь, который первоначально служит для удержания плота во время стоянки.

Буксировщик начинает отводить переднюю часть плота в сторону судового хода; в это время второй якорь с береговой стороны плота поднимается, и плот начинает двигаться по те-

[1] Волжско-Камского филиала ЦНИИЛесосплава.

чению. От натягивания троса завезенного якоря передняя часть плота начинает отходить в сторону судового хода. Как только угол между направлением струй течения и направлением троса от завезенного якоря станет небольшим, якорь поднимается, и буксировщик выводит плот на нужный курс.

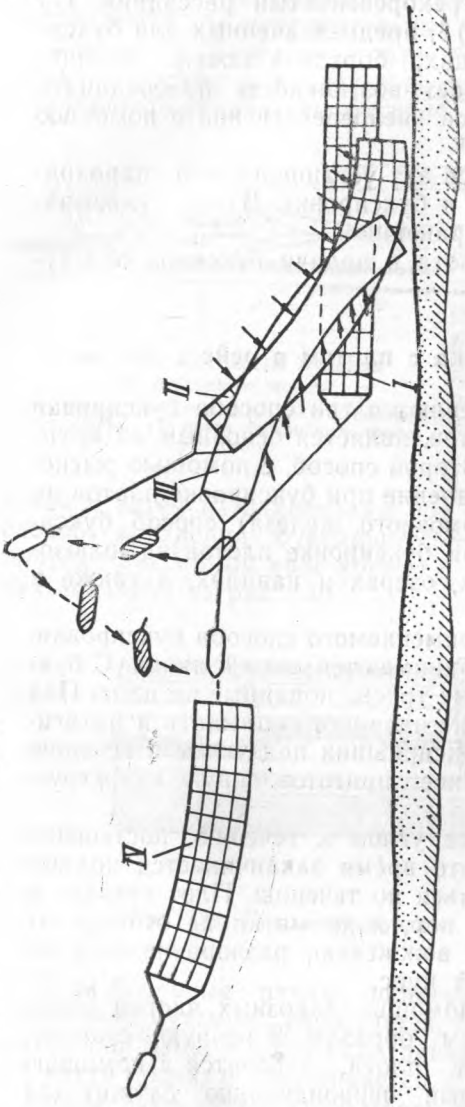


Рис. 140. Отвал буксировщика в рейс с плотом при отсутствии течения

Для управления плотом с помощью завозных якорей используются два якоря общим весом 200—220 *кг*, которые завозятся с помощью двух лодок, имеющих палубы и бушприт с блоком и лебедкой для подъема якоря и для хранения на ее барабане якорного троса.

Максимальная кубатура буксируемых плотов при данном способе не превышает 10 000 $м^3$.

При буксировке плотов без тормозного железа, где течение отсутствует, отвал в рейс производится следующим образом. Буксировщик выходит на буксир под углом к диаметральной плоскости плота около 30—40° (рис. 140, положение *I*). Больший угол не рекомендуется, так как во время отвала в бортовом продольном лежне с береговой стороны возникают сильные напряжения, могущие привести к обрыву лежня или повреждению сплоточных единиц. При меньшем угле выхода на буксир плот, не удалившись от берега, может получить значительное поступательное движение и задеть за выступы берега.

После выхода на буксир буксировщик постепенно уклоняется на больший угол по отношению к берегу и тянет плот почти поперек русла реки, до тех пор, пока не отойдет от берега

на расстояние равное $^2/_3$ плота (положение *II*). Затем буксировщик изменяет курс в сторону берега, у которого находится плот (положение *III*). Передняя часть плота в это время удерживается буксирным тросом, а средняя и задняя части плота по инерции продолжают отходить от берега.

В дальнейшем буксировщик продолжает идти прямолинейным курсом вдоль берега. С береговой стороны плот начинает испытывать давление воды, под действием которого весь плот быстро удаляется от берега и выравнивается вдоль него. В это время ход машин буксировщика увеличивается до полного и он начинает выход на судовой ход (положение *IV*). Если буксировка плота предусматривается на длинном тросе, то в это время можно приступить к вытравливанию ходового буксира до нужной длины. Отводить плот на длинном ходовом буксире от берега нецелесообразно, так как маневр будет продолжаться более длительно и требуется большая акватория для маневрирования.

При отвале с плотом в рейс в неблагоприятных условиях, если впереди плота имеется на небольшом расстоянии препятствие или дует навальный ветер, при буксировке крупных плотов прибегают к помощи вспомогательного буксировщика, который швартуется к задней части плота и затем работой машин на передний или задний ход оказывает помощь основному буксировщику.

§ 4. УПРАВЛЕНИЕ ПЛОТОМ НА ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ И КРИВОЛИНЕЙНЫХ ПЛЕСОВЫХ УЧАСТКАХ

Управление плотом на прямолинейных участках при отсутствии бокового ветра не представляет затруднений. Буксировщик ведет плот по линии наибольших скоростей течения посередине реки.

При подходе к криволинейному участку нужно до входа в закругление начать отводить плот ближе к выпуклому берегу и затем идти вдоль песков выпуклого берега, плавно огибая его и не заводя переднюю часть плота в тиховод (рис. 141). При крутом повороте судового хода нужно отдать лот со стороны вогнутого берега.

Практика показывает, что скорость движения плота с отданными лотами падает примерно в следующих пределах: при отдаче одного лота — на 15—25%, двух лотов — на 25—35%, трех лотов — на 35—55%.

Лоты всегда отдаются с того борта плота, в сторону которого происходит дрейф или раскат. Сила дрейфа стремится поднять лот на откос дна, но под действием собственного веса он будет стремиться скатываться с него. Следовательно, эффект действия лота будет несколько улучшаться. В этом случае вращающий момент лота, препятствующий дрейфу задней части

плота, будет больше из-за большого плеча поворачивающего момента.

После отдачи лота и натяжения лотовой цепи возникает усилие

$$T_л = k\,Q, \qquad (1.6)$$

где Q — вес лота в *кг*;

k — коэффициент цепкости лота, равный 0,7—0,8 для песчаных грунтов и 0,5—0,7 для плотных грунтов.

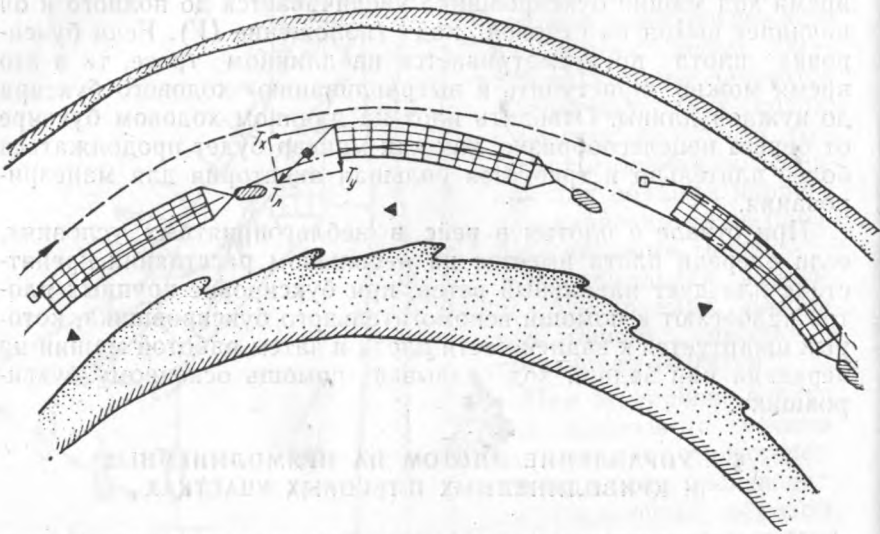


Рис. 141. Проводка плота на плесовом участке

При прохождении криволинейных участков неправильное управление порождает два характерных опасных момента. Первый опасный момент при прохождении криволинейного участка возникает в результате недоучета судоводителем дрейфа плота под действием прижимных течений и центробежных сил. Эта ошибка вызывает раскат задней части плота в сторону вогнутого берега.

Для уменьшения дрейфа нужно отдать все лоты с плота и начать плавно отводить плот от яра, не допуская крутых поворотов. Таким образом удается предотвратить раскат задней части и провести плот в непосредственной близости от яра. При крутом повороте в сторону выпуклого берега обычно удается отвести от яра лишь переднюю часть плота. Находясь под углом к течению, плот всей массой начинает под действием течения дрейфовать в сторону яра, и может произойти навал задней частью плота на нижнее плечо яра, а затем и весь плот прижимается к вогнутому берегу яра.

Второй опасный момент возникает в результате недоучета разностей в скоростях течения у выпуклого берега и в районе стрежня. Это приводит к развороту плота и навалу на нижнее плечо яра.

Особую опасность вызывают местные тиховоды, образующиеся за высокими песками, рынками гор, затонами и затонинами и у песков выпуклого берега.

При буксировке гибких плотов на криволинейных участках управление задней частью плота осуществляется с помощью завозных якорей. Этот способ управления трудоемкий, но эффективный и применим при небольшой ширине и большой извилистости судового хода.

Управление плотом с помощью завозных якорей на криволинейном участке показано на рис. 142.

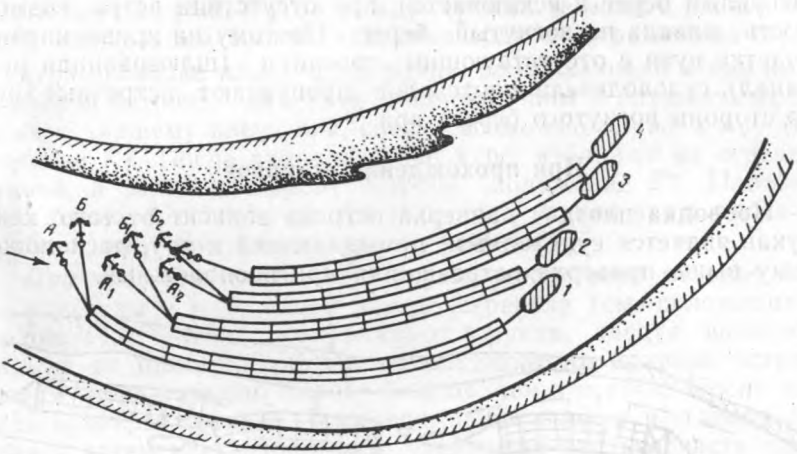


Рис. 142. Управление плотом на криволинейном участке с помощью завозных якорей

В положении *1* плот течением и центробежной силой прижимается к вогнутому берегу. Задняя часть плота двумя завезенными якорями *А* и *Б* удерживается от навала на яр, передняя часть плота отводится от вогнутого берега буксировщиком. В положениях *2* и *3* плот под действием силы тяги буксировщика и якорей продолжает перемещаться к выпуклому берегу и якоря соответственно перемещаются в положения $А_1$, $Б_1$ и $А_2$, $Б_2$. В положении *4* якоря по окончании работы поднимают и плот продолжает движение по фарватеру. Если цепь якорная оборвется, то местонахождение якоря отмечается буйком. Затонувший якорь извлекается из воды сплавным участком или службой пути бассейна.

§ 5. ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПЛОТАМИ

При расхождении

При буксировке плота по течению выбор курса при расхождении со встречными судами предоставляется судоводителю плотовода. Сторона расхождения плотового состава со встречными судами и составами обычно выбирается с учетом направления дрейфа задней части плота. Встречные суда и составы обычно пропускают со стороны, противоположной направлению дрейфа задней части плота. Например, при движении по криволинейному участку реки с направлением течения в сторону правого берега расхождение производят левыми бортами, и наоборот. На таких же участках при отсутствии течения плот движется вдоль выпуклого берега, так как из-за малой скорости движения плотовода возможен навал задней части плота на выпуклый берег и исключается, при отсутствии ветра, возможность навала на вогнутый берег. Поэтому на криволинейном участке пути с отсутствующим течением (шлюзованная река, канал) судоводители плотоводов пропускают встречные суда со стороны вогнутого берега яра.

При прохождении островов

Проводка плота у приверха острова зависит от того, какой рукав является судоходным: примыкающий к яру, расположенному выше приверха острова, или противоположный.

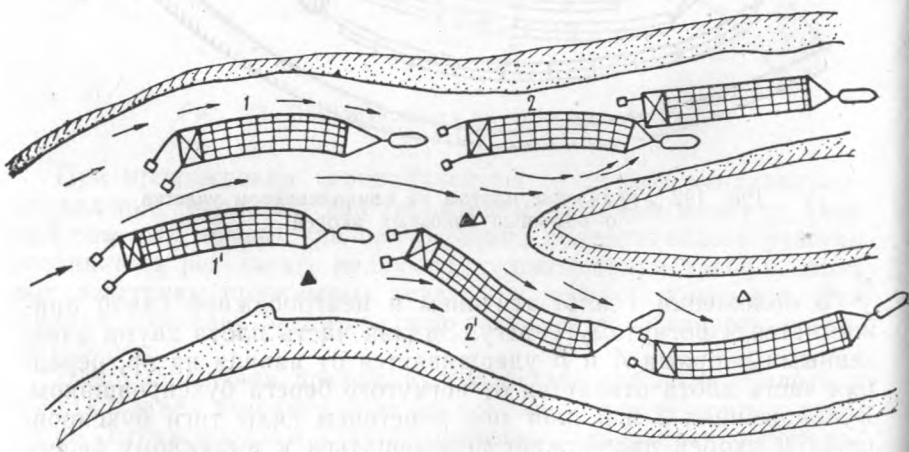


Рис. 143. Схема проводки плота у приверха острова

В отдельных случаях судоходными могут быть оба рукава, поэтому рассмотрим заправку плота на таком участке.

При подходе к острову нужно заранее завести плот в струи течения, идущие в ходовой рукав (рис. 143, положение *1*). Пло-

товод должен идти вдоль берега, образующего ходовой рукав. Необходимо учитывать, что свал воды обычно направлен на приверх острова, поэтому до подхода к приверху острова нужно отдать лоты. Курс выбирается ближе к коренному берегу. Плотовод должен идти полным ходом. После прохода траверза приверха острова следует изменить курс в сторону острова (положение *2*), так как обычно в этом месте свальное течение направлено в сторону коренного берега. Величина этого свального течения в основном зависит от формы приверха острова, положения приверха острова по отношению к струям течения и скоростей течения реки.

При острой вытянутой форме приверха острова с затопленной частью наблюдается небольшой свал воды.

При тупой яйцеобразной форме приверха наблюдается интенсивный свал воды на коротком расстоянии. Чем больше скорости течения реки и угол между струями течения и расположением острова, тем больше этот свал воды от отраженных струй.

При проводке плота через рукав, примыкающий к яру выше приверха острова, плотовод подводит плот с опущенными лотами к нижнему плечу яра, следуя возможно ближе к яру (положение *1′*). После входа в рукав курс избирают на середину рукава, а затем в сторону острова (положение *2′*). Плотовод идет ближе к острову до тех пор, пока задняя часть плота не пройдет зону действия свального течения.

При проводке плота через другой рукав плот отводят ближе к пескам и идут вдоль них до перевала (см. положение *1′* на рис. 143), затем поворачивают в рукав, следуя возможно дальше от приверха острова. Свал воды на приверх острова в этом случае обычно бывает больше, чем в первом. После прохода приверха острова плотовод поворачивает в сторону острова и затем идет вдоль него, удерживая заднюю часть плота от навала на яр.

Маневры по проводке плота через перекат состоят из заправки, проводки и спуска плота.

В результате действия свальных течений плоты сильно уклоняются от оси судового хода, поэтому ширина трассы превышает ширину плотов в среднем в 1,5—2 раза, а в некоторых случаях до 3 раз и более.

Расхождения судов с плотами на перекатах следует избегать.

Наибольшее внимание при проводке плотов через перекаты следует уделять направлению свальных течений.

Рассмотрим проводку плота через перекат со свальным течением в сторону нижних песков (рис. 144).

При заправке плота на перекат до подхода к перекату необходимо начать отвод плота ближе к верхним пескам. Затем направляют плот вдоль верхних песков. Плотовод при входе на

перекат держится возможно ближе к верхним пескам, не отрываясь от них.

В начале поворота плота на перекат для предотвращения раската задней части плота нужно отдать один или два лота со стороны борта, в сторону которого происходит раскат.

При движении по корыту переката плотовод удерживается ближе к верхним пескам, пока задняя часть плота не пройдет зону свального течения, а затем курс изменяют в сторону нижних песков. Если при выходе из переката нет крутого поворота и свального течения в нижний яр, то для увеличения скорости движения лоты поднимают, и плот выходит из переката.

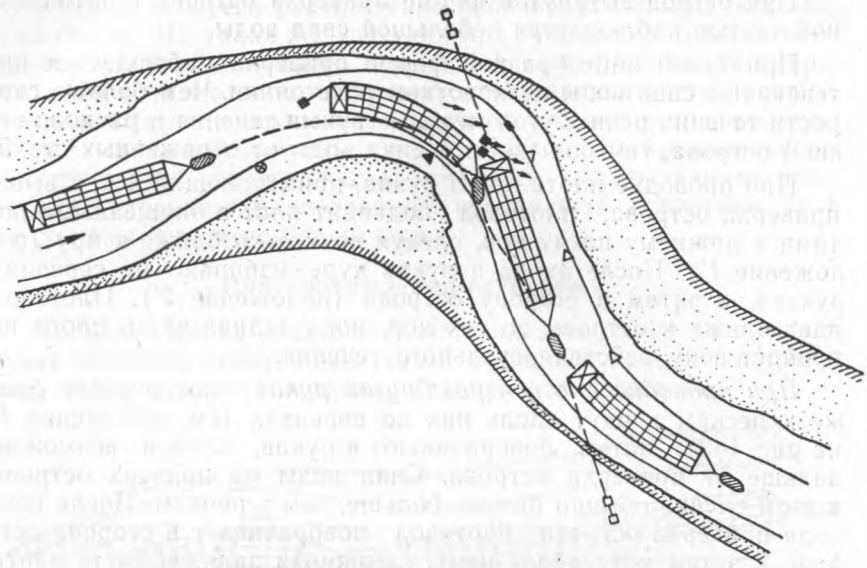


Рис. 144. Проводка плота через перекат со свалом на нижние пески

При проводке плота через перекат со свальными течениями на приверх нижних песков и на ухвостье верхних песков заправка на перекат производится так же.

После входа на перекат буксировщик ведет плот вдоль верхних песков (рис. 145, положение *1*), а затем, войдя в зону действия свала воды, начинает плавно отводить переднюю часть плота ближе к нижним пескам, максимально приближаясь к ним на выходе с подвалья переката. После входа передней части плота в корыто переката отдается лот со стороны борта плота, обращенного к верхним пескам.

Скорость хода при движении через перекаты не снижается. После выхода из переката судоводитель избирает курс по линии стрежневых струй течения, и отданные лоты поднимаются.

Если свальные течения на перекате достигают большой силы, то для проводки крупногабаритного плота используется вспомогательный буксировщик. С появлением раската задней части плота при входе на перекат по команде с плотовода вспомогательный буксировщик дает ход вперед (положение *2*). При выходе из переката (положение *3*) вспомогательный буксировщик дает

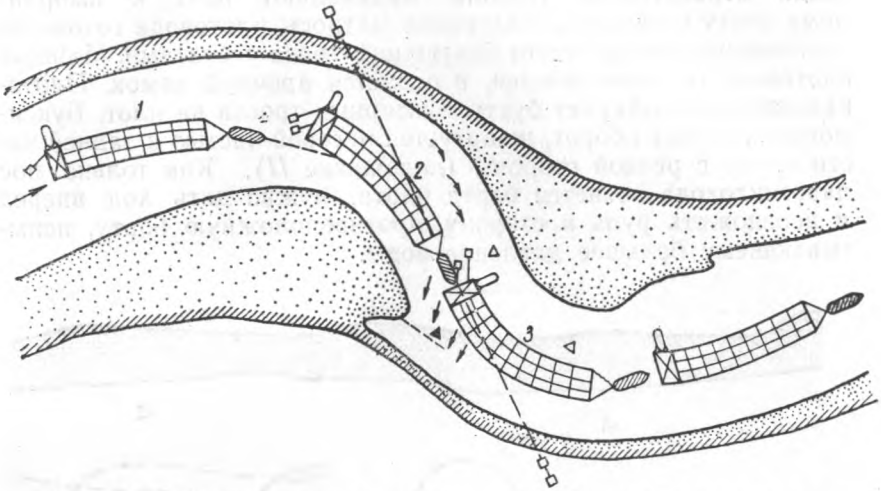


Рис. 145. Схема проводки плота через перекат со свальным течением в сторону приверха нижних песков и ухвостья верхних песков

ход назад. Вместо лотов при проводке малогабаритных плотов через перекаты на небольших реках, как отмечалось выше, могут быть использованы завозные (рысковые) якоря.

§ 6. ОСТАНОВКА ПЛОТА И ОКОНЧАНИЕ РЕЙСА

Остановку плота производят:

1) в конечных пунктах для сдачи плота;

2) в пути следования: а) при отсутствии видимости, б) при сильном штормовом ветре, когда плоту угрожает повреждение и потеря древесины, в) при неисправности плотовода или плота.

Для постановки плота на якорь необходимо выбрать место якорной стоянки. В меженный период навигации плоты ставят на ровные приглубые пески с минимальной скоростью течения. Постановка плотов на твердых грунтах может привести к утере якорей.

Следует избегать выбора места якорной стоянки плота выше приверхов островов, гидросооружений и других препятствий. Тормозной путь плота при его остановке зависит от многих фак-

торов: глубин, скоростей течения, вида грунтов, ветра, габаритов плота, конструкции и веса якорей и лотов.

Учитывая сложность маневра постановки плота на якоря, капитан судна обязан принять на себя командование плотоводом.

По мере приближения к месту остановки ход уменьшают до малого (рис. 146, положение *I*). Не допуская больших отклонений относительно течения, направляют плот к выбранному месту остановки. Вахтенные матросы плотовода готовятся к разъединению арочного буксирного троса с бухтами. Машина плотовода останавливается, и отдается арочный замок. Плотовая команда выбирает бухты буксирных тросов на плот. Буксировщик, сделав оборот, швартуется носовой частью к задней части плота с речной стороны (положение *II*). Как только нос паротеплохода коснется борта плота, нужно дать ход вперед и переложить руль в сторону, противоположную борту, испытывающему большее давление воды.

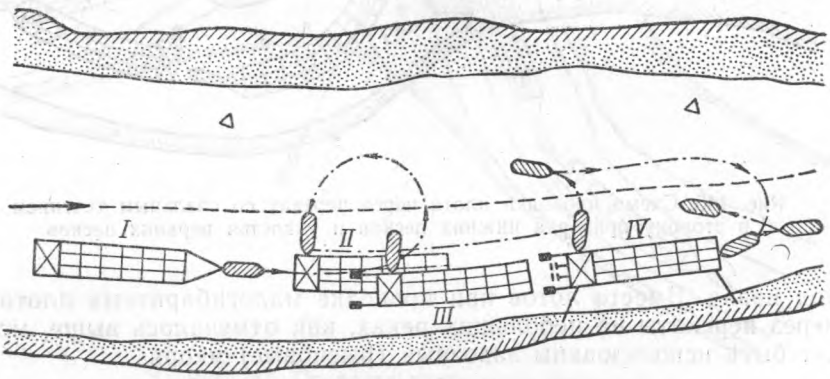


Рис. 146. Остановка плота

Работая машинами на передний ход, буксировщик поджимает заднюю часть плота к берегу на допустимое глубинами расстояние (положение *III*). Для предотвращения посадки плота на мель с борта плота, обращенного к берегу, нужно измерять глубину.

Для уменьшения скорости движения плота в это время отдаются все лоты и когда скорость уменьшится, отдаются плотовые якоря (положение *IV*). Если якоря отдаются в момент, когда лотовые цепи находятся под углом к оси плота, может произойти запутывание якорных и лотовых цепей. Якоря нужно отдавать одновременно, чтобы избежать обрыва якорных канатов. Якорные цепи вытравливают немного. В первое время якоря действуют как тормозное средство. Затем производится один

или два раза травление якорных цепей, и плот останавливается, а чтобы плот не отклонился в сторону судового хода под воздействием боковых ветров, на берег с плота подаются швартовные тросы. Затем буксировщик подходит к передней части плота для уборки с него буксирных тросов.

Сдача плота оформляется актом установленного пароходством образца.

ГЛАВА VII

УПРАВЛЕНИЕ СУДАМИ И СОСТАВАМИ НА ВОДОХРАНИЛИЩАХ И КАНАЛАХ

§ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ ПЛАВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЕ СУДАМИ НА ВОДОХРАНИЛИЩАХ

По условиям плавания водохранилища можно разделить на три участка: речной, озерно-речной и озерный.

В начале речного участка (считая по течению) пойменные берега речного русла находятся в незатопленном состоянии. Судовой ход на большей части длины проходит посередине речного русла. Опасность для плавания представляют затопленные осередки и острова, высыпки и крупные песчаные побочни. Судоводители ориентируются по естественным и искусственным береговым ориентирам и частично по плавучим знакам обстановки.

Наиболее благоприятным для плавания судов является речной участок. Потеря ориентировки судоводителем на этих участках наблюдается редко.

Озерно-речной участок характеризуется затопленными пойменными берегами. Поверхность зеркала воды по ширине иногда достигает 10 *км* и более, а судовой ход проходит по затопленному речному руслу. Берегами являются кряжи реки. Основными, а иногда и единственными ориентирами служат знаки судоходной обстановки. Большую опасность для плавания представляют затопленные пойменные берега на изгибах русла.

Сложность ориентировки на таких участках в темное время суток заключается в том, что судоводитель должен твердо знать расположение знаков судоходной обстановки, так как в темное время суток по огню знака трудно судить о его отдаленности. Глаз человека при удалении предмета на расстояние более 1300 *м* может определять расстояние только по косвенным признакам путем сравнения с другими предметами или объектами.

На линии горизонта при затопленной пойме судоводитель одновременно видит несколько красных и белых огней.

Для того чтобы опознать огни, нужно знать порядковый номер знака судоходной обстановки.

Например, изучая спецлоцию участка, судоводитель установил, что на извилистом участке затопленного русла имеются буи белые № 23, 25, 27 и красные № 24, 26 и 28. При подходе к данному участку сверху и находясь на траверзе буя № 23, судоводитель видит огни знаков на горизонте (рис. 147).

Как видно из рисунка, ориентироваться по знакам обстановки обычным способом на данном участке невозможно, так как белые огни буев находятся и слева и справа от линии курса. Красные огни буев также видны с правой и левой сторон. Яркость и видимость огней более удаленных иногда бывают лучше, чем буев, расположенных ближе.

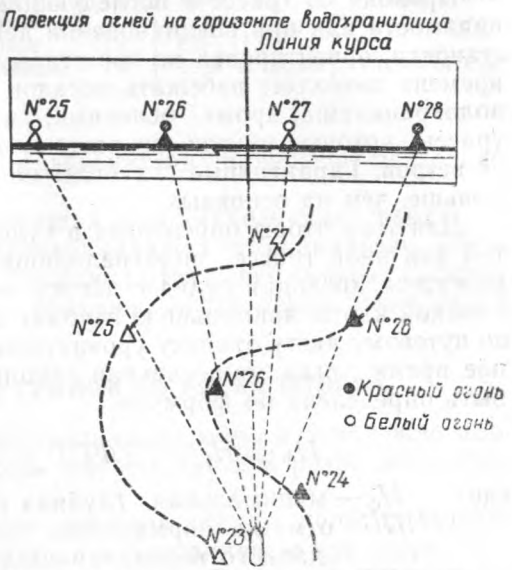


Рис. 147. Ориентировка на озерно-речном участке водохранилища

Не зная расположения знаков, судоводитель может избрать курс между буями № 27 и 28. При этом до момента посадки на мель судоводитель будет считать свой курс правильным и двигаться полным ходом. Подобные ошибки имеют место в практике. Наибольший процент посадок на мель в настоящее время падает на посадки на участках водохранилищ с затопленным руслом. Для правильной ориентировки необходимо точное знание места, конфигурации судового хода и расположения буев. Это дает возможность не только правильно избрать курс среди значительного количества огней на горизонте, но и отыскать буи, которые по тем или иным причинам не горят. Большую помощь при ориентировке на таком участке может оказать радиолокатор. При большом числе знаков, одновременно видимых на экране РЛС, путем сравнения видимого и радиолокационного изображений можно легко определить требующийся курс.

Если затопленное русло реки расположено вдоль одного из кряжей, то ориентировка затруднений не вызывает.

Озерно-речные участки обычно занимают небольшую длину по сравнению со всей длиной водохранилища.

На озерном участке водохранилища судовой ход проходит над затопленной поймой. Бо́льшую часть судового хода составляют прямолинейные трассы протяженностью до 10 *км* и более.

Трассы водохранилищ обставляются щелевыми створами с большой дальностью действия. При пониженной видимости дальность действия створов уменьшается. Поэтому при выходе на прямолинейный участок в первом рейсе нужно записать компасный курс и проставить его на карте. Рядом с компасным курсом на карте отмечается время движения по данному курсу. Хорошими естественными ориентирами являются рынки гор.

Проходя по трассе в последующие рейсы при пониженной видимости или при возникновении неисправностей в знаках обстановки, ориентировка по известному уже компасному курсу и времени позволяет избежать посадок на мель. В озерной части водохранилища, кроме основных, имеются и дополнительные трассы, которые обычно сокращают путь и хорошо защищены от ветров. Гарантийные глубины на дополнительных трассах меньше, чем на основных.

Для того чтобы определить в судовых условиях глубину на той или иной трассе водохранилища и решить вопрос о возможности проводки судна с данной осадкой, надо снять с лоцманской карты наименьшую глубину на трассе H_1 и установить по путевому листу отметку уровня воды в водохранилище в данное время, тогда минимальная глубина воды на трассе может быть определена по формуле

$$H_{\text{ф}} = H_1 + (\nabla ФПГ - \nabla НПГ), \qquad (1.7)$$

где $H_{\text{ф}}$ — минимальная глубина на трассе во время рейса;

$\nabla НПГ$ — отметка нормального подпорного горизонта для данного водохранилища;

$\nabla ФПГ$ — отметка горизонта воды во время рейса.

Управление судами при плавании на крупных водохранилищах в значительной степени усложняется вследствие ветра и ветровых волн. Высота волны на крупных водохранилищах достигает 3,5 *м*. Сила ветра оценивается по двенадцатибалльной шкале Боффорта, приведенной в табл. 10.

Таблица 10

Баллы	Скорость ветра в *м/сек*	Характер ветра	Баллы	Скорость ветра в *м/сек*	Характер ветра
0	0—0,5	Штиль	8	15,3—18,2	Очень крепкий
1	0,6—1,7	Тихий			
2	1,8—3,3	Легкий	9	18,3—21,5	Шторм
3	3,4—5,2	Слабый	10	21,6—25,1	Сильный шторм
4	5,3—7,4	Умеренный			
5	7,5—9,8	Свежий	11	25,2—29,0	Жесткий шторм
6	9,9—12,4	Сильный			
7	12,5—15,2	Крепкий	12	Свыше 29,0	Ураган

Волнение оценивается по девятибалльной шкале, приведенной в табл. 11.

Таблица 11

Баллы степени волнения	Высота волн в *м*	Характеристика волнения	Баллы степени волнения	Высота волн в *м*	Характеристика волнения
0	0	Волнение отсутствует	V	2,0—3,5	Сильное
			VI	3,5—6,0	Сильное
I	До 0,25	Слабое	VII	6,0—8,5	Очень сильное
II	0,25—0,75	Умеренное			
III	0,75—1,25	Умеренное	VIII	8,5—11,0	—
IV	1,25—2,0	Значительное	IX	11,0 и более	Исключительное

Извещение о штормах судоводители получают по радио в конце каждого часа.

В портах, портах-убежищах и формировочных рейдах и аванпортах у плотин на водохранилищах устанавливают штормовые мачты, на которых поднимаются специальные сигналы скорости, направления и времени наступления ожидаемого ветра.

§ 2. УПРАВЛЕНИЕ СУДНОМ ВО ВРЕМЯ ШТОРМА

Суда, выходящие в водохранилище, озеро и прибрежно-морские участки, должны иметь соответствующее разрешение Речного Регистра.

На основании рейсового прогноза погоды капитан решает вопрос о возможности выхода в водохранилище или озеро.

При получении штормового предупреждения во время рейса со скоростью ветра, превышающей установленную Регистром, капитан судна должен прекратить рейс и направить судно в ближайшее убежище для отстоя на время шторма.

На судне устанавливают постоянное дежурство радиста, который сообщает диспетчеру о местонахождении судна и о дальнейших действиях. Если до наступления шторма судно не смогло укрыться в порту-убежище и дальнейшее движение может привести к аварии, в зависимости от типа судна, условий пути и волнения следует выбрать способ штормования.

Главной опасностью для судов и составов являются качка и ее вредные последствия. Качка приобретает наиболее неблагоприятный характер в условиях резонанса, который может наступить у судов с небольшими размерами. При резонансе период волны совпадает с периодом собственных колебаний судна.

Способ штормования выбирают так, чтобы избежать появления резонанса, главным образом при килевой качке.

В сильный шторм наиболее выгодными курсами являются курсы, составляющие с направлениями волны угол 25—30°. Всякое судно почти не будет испытывать качки и заливания водой, если оно разовьет скорость v_c, установленную по формуле

$$v_c = 2{,}43\sqrt{\lambda}, \qquad (2.7)$$

где λ — длина волны в *м*.

При волнении, направленном с кормы, в эту формулу вместо v_c следует поставить величину $v_c' = v_c \sin \alpha$, где α — курсовой угол гребней волн по любому борту.

Для сравнительно коротких судов, длина которых меньше длины волны, наиболее выгодным курсом является курс против волн.

При буксировке состава барж во время шторма и сильной волны во избежание обрывов буксира следует удлинить, насколько позволяют габариты судоходной трассы, буксирный трос и бухты между баржами. Если невозможно удлинить буксирный трос, его следует утяжелить, прикрепив в средней части какой-либо металлический предмет. Длина буксиров и бухт для уменьшения динамических нагрузок должна быть кратной длине волны. В этом случае буксировщик и баржа почти одновременно входят на гребень волн и рывки буксирного троса уменьшаются.

На толкаемом составе для уменьшения нагрузок от ударов волн нужно немного ослабить вожжевые тросы.

При плавании во время шторма резко ухудшается видимость знаков судоходной обстановки и уменьшается надежность их действия, поэтому для предотвращения возможной потери ориентировки и посадок на мель следует сочетать глазомерный способ ориентировки с использованием навигационных приборов и одновременно вести ориентировку с помощью радиолокатора, компаса и эхолота.

§ 3. УПРАВЛЕНИЕ СУДАМИ В КАНАЛАХ

Общие правила для судов, плавающих в судоходных каналах

Судоходные каналы имеют очень слабые скорости течения, периодически меняющие направление.

Эти течения практически не оказывают влияния на управление судами и учитываются судоводителями только при остановке составов в канале. Основным фактором, влияющим на судовождение, является ветер, особенно если канал проходит в насыпи или не защищен береговой растительностью.

К плаванию по каналу допускаются судоводители, знающие местные правила плавания, трассу и судоходную обстановку канала. Суда, входящие в канал, должны иметь фекальные цистерны или ящики, которые при входе в канал проверяются.

пломбируются представителем санитарной инспекции, после чего выдается санитарное свидетельство на право движения по каналу.

Во время движения по каналу запрещается выбрасывать за борт судна шлак, отработанные масла, мусор и другие нечистоты.

При проводке судов судоводители не должны допускать превышения установленных правилами скоростей движения, в противном случае судовые волны вызывают разрушение берегов.

Составы, предназначенные для движения по каналу методом буксировки на тросе, обычно учаливаются в кильватер.

Формированием составов в форме пыжей сокращается длина состава, улучшается управляемость и уменьшается активная площадь парусности состава, а также наиболее полно используются камеры шлюзов. Учалка таких составов во всех случаях должна быть гибкой.

Общие правила формирования остаются такими же, как и на реках.

Управление судами в каналах

Вследствие ограниченности акватории и живого сечения в каналах осложняется управление крупными и глубокосидящими судами.

Двигаясь по каналу, судно вытесняет соответствующее его размерам количество воды, которое образует перед судном подпорную волну. Позади судна от расходящихся и поперечных волн образуется сильная волна. При движении крупных судов полным ходом эта волна вкатывается на откос канала на расстояние 3—4 *м* от уреза воды.

У бортов судна уровень воды резко понижается. У грузовых теплоходов типа «Большая Волга» на канале имени Москвы отмечалось увеличение динамической осадки по сравнению со статической на 40 *см*. За кормой судна уровень воды снова повышается. Если судно движется посередине канала, то скорости обтекания обоих бортов судна одинаковы и движение судна устойчиво. Если же судно идет ближе к одному из берегов, скорость обтекания борта, обращенного к берегу, увеличивается, а давление воды уменьшается. Поэтому корма судна будет смещаться в сторону берега, а нос судна зарыскивать к середине канала. Недоучет этого явления судоводителями в практике может привести к ударам кормой судна об откос канала и поломке рулей и винтов. С уменьшением скорости движения рысливость судна уменьшается.

При выравнивании судна вдоль оси канала резкие перекладки руля приводят к тому, что судно начинает уходить попеременно то к одному, то к другому берегу. Движение на большой

скорости по каналу с резким односторонним уширением вызывает зарыскивание судна в сторону уширения.

По прямолинейному участку канала при отсутствии бокового ветра судоводитель должен вести судно, придерживаясь оси канала.

В темное время суток курс судна избирается на прицельный знак, а по расстоянию между огнями двух пар береговых знаков перспективно-прицельных створов, расположенных на противоположных берегах канала, определяют положение оси канала и вносят соответствующие поправки (рис. 148).

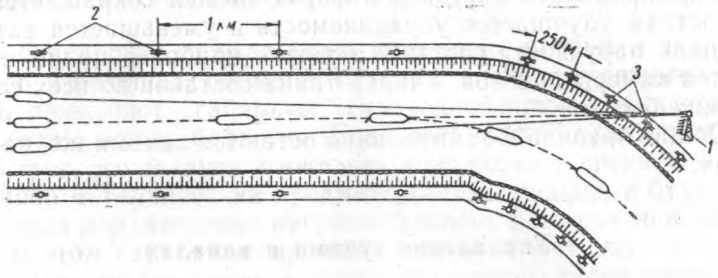


Рис. 148. Проводка судна по каналу с использованием перспективно-прицельных створов:
1 — прицельный знак; *2* — береговые огни перспективно-прицельных створов; *3* — путевые огни

По количеству видимых путевых огней, стоящих на криволинейном участке канала, можно определить заранее сторону поворота. Например, при движении вниз судоводитель видит на левом берегу много путевых огней зеленого цвета, а на правом — красного цвета, но в меньшем количестве. Следовательно, канал поворачивает вправо, поэтому до приближения к путевым огням еще на прямолинейном участке канала судоводитель начинает отводить судно ближе к красным путевым огням, т. е. к выпуклому правому берегу канала.

При подходе к криволинейному участку как в случае буксировки на тросе, так и в случае толкания необходимо в конце прямолинейного участка начать плавно отводить состав к выпуклому берегу и проходить криволинейный участок, придерживаясь этого берега (рис. 149). Скорость хода при этом не снижается. В конце криволинейного участка состав снова начинают отводить к середине канала.

Двигаясь по прямолинейному участку канала с плотовым составом, судоводитель ведет плот по оси канала. При подходе к закруглению плотовод следует прямолинейным курсом до тех пор, пока судно не приблизится к вогнутому берегу, насколько позволяют глубины (рис. 150).

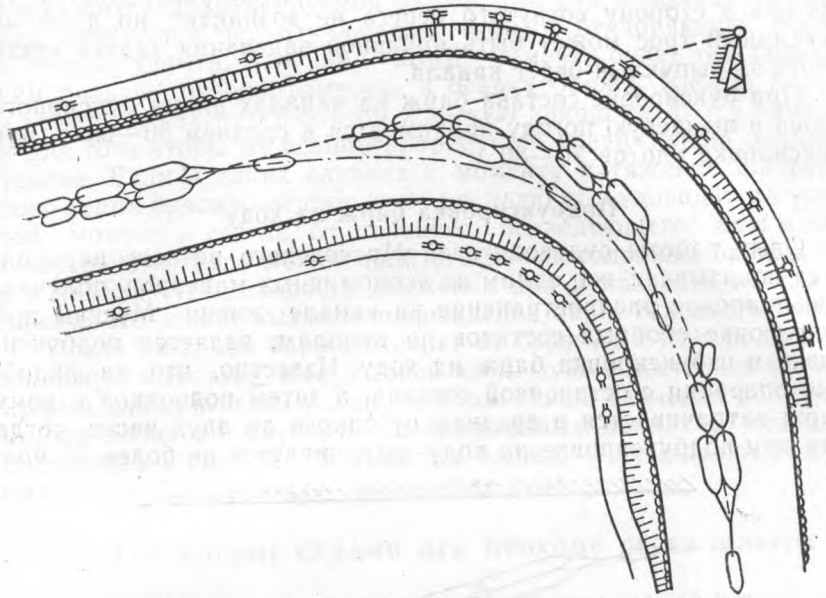


Рис. 149. Проводка состава на криволинейном участке канала

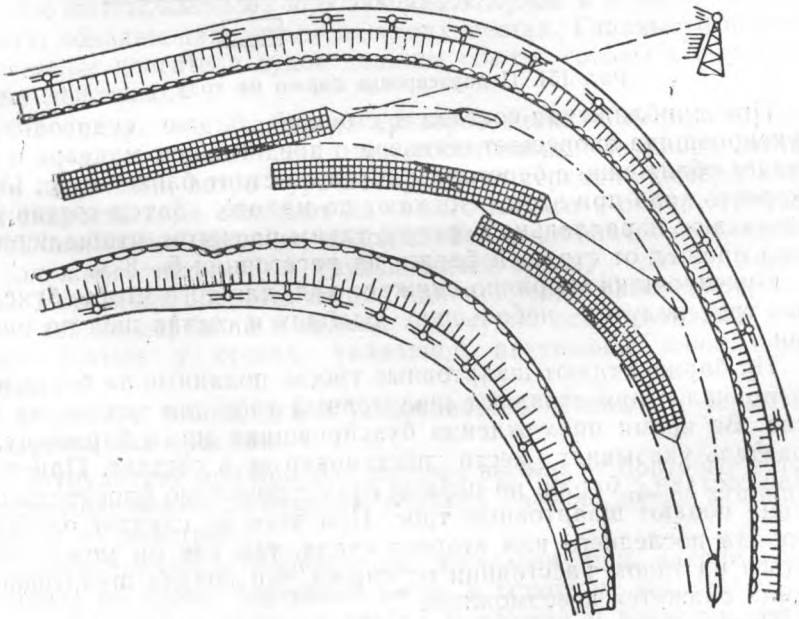


Рис. 150. Проводка плотового состава на криволинейном участке канала

В случае если плот следует по криволинейному участку, то дрейфа в сторону вогнутого берега не возникает, но длинный буксирный трос может быть причиной задевания задней части плота за выпуклый берег канала.

При буксировке состава барж на каналах длина буксирного троса в штилевую погоду принимается в среднем 50—60 *м*, при буксировке плотов 70—80 *м*.

Подбуксировка барж на ходу

Опыт работы судоводителей Московского речного пароходства показывает, что одним из экономичных маневров, получивших широкое распространение на канале имени Москвы при буксировке сборных составов по каналам, является подбуксировка и отбуксировка барж на ходу. Известно, что на подобные операции с остановкой состава, а затем подводкой к нему барж затрачивается в среднем от одного до двух часов, тогда как при подбуксировке на ходу затрачивается не более 15 *мин*.

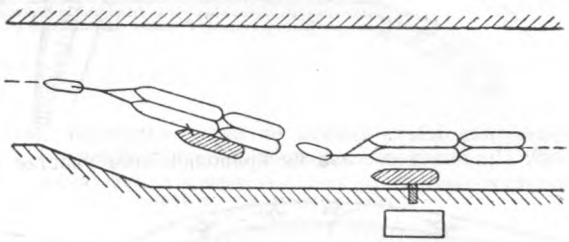


Рис. 151. Подбуксировка баржи на ходу

При приближении состава к стоящей барже судоводитель буксировщика оповещает шкипера о предстоящем маневре и начинает сближение с берегом, у которого стоит баржа (рис. 151); скорость хода при этом снижают до малого. Затем состав выравнивают параллельно берегу с таким расчетом, чтобы первый счал прошел от стоящей баржи на расстоянии 5—8 *м*.

Буксировщик вторично снижает ход, для того чтобы буксирный трос получил небольшую слабину и состав шел по инерции.

На барже отдают швартовные тросы, поданные на берег или на причал и приготовляют швартовный трос для подачи на состав. Во время прохождения буксировщика мимо баржи судоводитель указывает место постановки ее в составе. При подходе состава с баржи на первый счал с помощью бросательного конца подают швартовный трос. При этом не следует ожидать подхода последнего или второго счала, так как он может оказаться на таком расстоянии от баржи, что подача швартовного конца окажется невозможной.

После закрепления швартовного троса судоводитель буксировщика изменяет курс от берега и натягивает буксирный трос.

Это нужно сделать к моменту натяжения швартовного конца, поданного с подбуксируемой баржи, так как в момент натяжения образуется поворачивающий момент, отклоняющий состав в сторону берега. Величина этого момента будет тем больше, чем больше грузоподъемность и осадка баржи. Иногда баржи в результате загрузки бортом и частью днища касаются канала, и для того чтобы их сдвинуть, требуется сравнительно большое усилие. Если в таких случаях к моменту натяжения швартовного конца буксирный трос не будет натянут, судоводитель упустит момент и состав от сильного последующего натяжения швартовного троса может прийти пыжами головных барж в берег канала. Хотя скорость движения при буксировке невелика, однако это может вызвать повреждение барж головного счала.

После того, как баржа отойдет от берега и будет подходить вплотную к составу, в ее носовой части нужно поставить мягкий кранец для смягчения удара о состав. После удаления от берега баржу начинают спускать на швартовных концах к месту ее постановки в составе. Учалив все баржи, увеличивают ход до полного, и буксировщик продолжает рейс.

§ 4. УПРАВЛЕНИЕ СУДАМИ ПРИ ПРОХОДЕ ЧЕРЕЗ ШЛЮЗЫ

Судно или состав может входить в камеру шлюза и выходить из нее лишь при наличии разрешительных сигналов.

Все члены экипажа шлюзующихся судов и плотов, несущие вахту, обязаны находиться на своих местах. Главные и вспомогательные двигатели судов должны быть готовы к немедленному действию.

При подходе к шлюзу на траверзе знака «Сигнал» вахтенный начальник подает один продолжительный звуковой сигнал. При отсутствии ветра курс избирают по середине камеры шлюза, скорость хода снижают до самого малого и около середины причальных пал машине, находящейся в стороне борта, противоположного палам (на двухвинтовых судах), дают задний ход. Регулируя обороты машин одновременно работающих движителей на передний и задний ход, судно останавливают в камере шлюза у стенки, указанной вахтенным начальником шлюза.

В камере шлюза судно удерживается носовым и кормовым швартовными тросами.

Затруднение при проходе шлюзов вызывают бортовые ветры, преимущественно со стороны верхних бьефов, менее защищенных от их действия.

Правильность и безопасность маневров при заходе судна в шлюз во время бортового ветра в основном зависят от выбранной судоводителем скорости движения и точности захода судна в камеру шлюза.

Скорость захода судна в шлюз при наличии бортового ветра судоводителем выбирается с таким расчетом, чтобы избежать возможности удара о палы или стенку камеры и погасить инерцию после входа в камеру.

В зависимости от скорости бортовых ветров, длины и конструкции причальных пал, а также длины и ширины камеры практикой судовождения выработаны три способа захода судна в шлюз: 1) заход с предварительным привалом к причальным палам; 2) прямой заход в камеру шлюза; 3) заход с предварительным выравниванием судна перед входом в камеру.

Решающим условием выбора способа захода судна в шлюз при бортовом ветре является наличие дрейфа судна. Для прямолинейности движения принимают поправку на ветер; при этом судно движется под определенным углом, величина которого зависит от силы ветра и скорости движения.

Заход с предварительным привалом к причальным палам имеет преимущество в том отношении, что он обеспечивает минимальную скорость при входе судна в шлюз и поэтому является наиболее безопасным. Однако он неприменим при отвальных ветрах или при наличии у причальных пал ошвартованных судов.

Прямой заход в камеру шлюза применим при ветрах любого направления. Если ширина камеры шлюза больше ширины судна на 10—15 *м*, прямой заход является основным для захода судов типа «Родина» в шлюзы волжских гидроузлов, но он не всегда применим в шлюзах Волго-Донского канала.

Сущность выполнения маневра захода в шлюз с предварительным выравниванием судна вдоль камеры состоит в том, чтобы правильно выбрать скорость движения. Определенной скорости движения судна при бортовом ветре соответствует определенный угол дрейфа. Допускаемый угол дрейфа при прямом заходе в камеру шлюза зависит от ширины камеры шлюза, ширины и длины корпуса судна. Эта зависимость выражается формулой

$$\sin\gamma = \frac{B_ш - (B + a_2)}{L_1}, \tag{3.7}$$

где γ — допускаемый угол дрейфа;

B — ширина корпуса судна;

$B_ш$ — ширина камеры шлюза;

a_2 — запас между бортом судна и стенкой камеры;

L_1 — длина цилиндрической части судна.

Установив допускаемый угол дрейфа, можно определить соответствующую ему скорость движения судна при определенном бортовом ветре по формуле

$$v_\gamma = \sqrt{\frac{A_y}{c_\gamma \frac{\rho}{2} S_\gamma}}, \tag{4.7}$$

где v_τ — допускаемая скорость движения судна в *м/сек*;
A_y — сила давления ветра на борт судна в *кг*;
c_τ — коэффициент, зависящий от угла дрейфа $c_y \approx 0{,}6 \sim 0{,}8$;
ρ — массовая плотность воды в $\frac{кг \cdot сек^2}{м}$;
S_τ — площадь проекции подводной части корпуса на диаметральную плоскость в $м^2$.

При этой скорости захода инерция судна может быть погашена, если начать торможение сразу после входа носа судна в камеру шлюза.

При наличии судов в камере шлюза следует применять способ захода «с раскатом».

Заход с предварительным выравниванием судна вдоль камеры, или, как говорят, «с раскатом», при ветрах бортового направления со стороны пал осуществляется следующим образом.

Следуя серединой подходного канала на расстоянии около 200 *м* от камеры, носовую часть судна направляют на угол подветренных пал и удерживают судно в этом направлении до момента, пока носовая оконечность судна начнет подходить к причальной линии; при этом угол дрейфа несколько возрастает. Носовая часть судна выйдет на траверз закругления направляющих пал и под воздействием отраженной волны начнет уклоняться в противоположную сторону.

В этот момент перекладкой руля в сторону направляющих пал судно начнет выравниваться и встанет параллельно стенке камеры шлюза.

Как показали испытания, применение этого способа захода в камеру шлюза не зависит от направления бортового ветра по отношению к причальным палам и является безопасным.

При шлюзовании желательно швартоваться к наветренной стенке камеры.

При заходе в камеру шлюза необходимо учитывать явление отражения ветра от стенки камеры.

В зависимости от скорости бортового ветра могут быть применены два способа выхода в верхний бьеф: выход от подветренной стенки и выход с предварительным привалом кормы судна к наветренной стенке.

После отдачи швартовных тросов следует сразу же на короткое время дать полный ход всем машинам. В этом случае судно к моменту выхода из шлюза успеет развить скорость хода. Благодаря этому обеспечивается необходимая управляемость и выход становится безопасным.

При сильных ветрах следует сначала отдать кормовой швартовный трос, а затем, после отхода кормы к наветренной стенке камеры, отдать носовой и кратковременно пустить машины на полный ход.

§ 5. УПРАВЛЕНИЕ БУКСИРНЫМИ СУДАМИ ПРИ ПРОВОДКЕ СОСТАВОВ ЧЕРЕЗ ШЛЮЗЫ

Подготовка к шлюзованию

Готовиться к шлюзованию следует еще в период формирования состава. Если состав должен пройти через шлюзы без расчалки, то на рейде отправления капитан должен проверить габариты состава и запасы воды под днищем по ширине и длине судов в шлюзах (с каждого борта).

Правилами плавания предусматриваются следующие запасы воды под днищем в шлюзах (табл. 12).

Таблица 12

Тип шлюза	При глубине заложения короля в *м*	Запас воды под днищем в *см*	Тип шлюза	При глубине заложения короля в *м*	Запас воды под днищем в *см*
Деревянный	До 1,0	10	Каменный и железобетонный	До 2,5	25
	Свыше 1,0	15		Свыше 2,5	40

Запас воды с каждого борта судна

при ширине шлюза до 10 *м* . . . . . 0,2 *м*
» » » до 18 » . . . . . 0,4 »
» » » свыше 18 *м* . . . . . 0,5 »

Длина состава с буксировщиком должна быть меньше полезной длины камеры шлюза:

при длине шлюза до 50 *м* . . . . . на 1 *м*
» » » от 51 до 100 *м* . . . » 2 »
» » » » 101 до 150 » . . . » 4 »
» » » » 151 до 210 » . . . » 6 »
» » » более 210 *м* . . . . » 10 »

Сообразуясь с направлением господствующих ветров или с направлением ветра в районе расположения шлюзов во время формирования состава, необходимо с подветренной стороны состава поставить баржи более прочной конструкции. Учалка барж между собой в счалах при буксировке на тросе должна быть жесткой, а отдельных счалов — гибкой. В противном случае может произойти обрыв бухт при входе в камеру шлюза. Кроме того, учалка состава должна исключать удары сзади идущих барж о рули переднего счала при торможении состава буксировщиком в камере шлюза.

При подходе к каналу или аванпорту длина буксирного троса должна быть сокращена до 40—50 *м*. На головных баржах и баржах последнего счала в это время необходимо подготовить к подаче швартовные тросы и мягкие кранцы.

Управление составом при прохождении через шлюзы при отсутствии ветра

При подходе к светофору дальнего действия на траверзе знака «Сигнал» вахтенный начальник буксировщика подает один продолжительный звуковой сигнал. Если на светофоре дальнего действия горит красный огонь, нужно остановиться в подходном канале до подхода к причальной линии.

Если на светофоре ближнего действия, расположенном на голове шлюза, горит красный огонь, нужно встать у причальных пал; если на светофорах ближнего и дальнего действия имеются разрешительные зеленые огни, вахтенный начальник буксировщика на малом ходу идет в шлюз серединой канала. Заправку состава надо производить, ориентируясь на причальные палы (рис. 152).

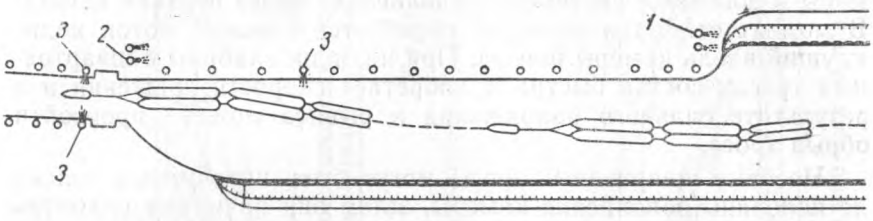


Рис. 152. Схема захода в камеру шлюза при отсутствии ветра:
1 — светофор дальнего действия; *2* — светофор ближнего действия; *3* — знак «Стой» в камере шлюза и на палах

При заходе состава в камеру шлюза ответственным моментом является подход первого счала к голове камеры шлюза. Если в этот момент состав приближается к одной из стенок камеры шлюза или происходит зарыскивание барж, то на правильный курс их возвращают перекладкой руля на буксировщике в ту же сторону, в которую отклонился состав, и затем увеличивают обороты машин. На баржах первого счала перекладывают рули в сторону, противоположную отклонению состава, на втором счале — наоборот, и т. д.

При подходе первого счала к камере шлюза натяжение буксирного троса должно быть минимальным.

Как только баржи первого счала пройдут входные ворота, буксирный трос должен быть ослаблен, дальнейшее движение состава происходит по инерции. После прохода середины камеры шлюза буксировщик швартуется кормой к баржам головного счала, при этом на одну из барж подается кормовой швартовный конец. Если инерция состава велика, для торможения состава пускают машину буксировщика на задний ход. Для торможения также используют и швартовные тросы, поданные с барж последнего счала на крюки или тумбы шлюза. В исклю-

чительных случаях торможение можно производить с помощью швартовных тросов любой баржи состава, поданных на швартовные крюки или тумбы шлюза.

После остановки состава с буксировщика на шлюз подают и закрепляют носовой швартовный трос. Буксируемый состав удерживается двумя швартовными тросами, поданными с носовых кнехтов баржи первого счала и кормовых кнехтов баржи последнего счала. После окончания швартовки вахтенный начальник буксировщика сообщает вахтенному начальнику шлюза о готовности состава к шлюзованию.

Во время шлюзования вахтенный начальник должен безотлучно находиться на мостике, поддерживая главную машину в полной готовности к действию и наблюдая за положением и состоянием швартовных тросов.

Особую бдительность нужно проявлять при наполнении камеры в шлюзах с системой наполнения через верхние ворота. В момент открытия затворов образуется сильный поток воды, идущий вдоль камеры шлюза. При наличии слабины в швартовных тросах состав быстро приобретает скорость движения и в результате сильного напряжения и рывков может произойти обрыв троса.

Носовые швартовные тросы могут быть натянутыми только до половины наполнения камеры, затем они начинают слабнуть и состав получает небольшое движение вперед. Чтобы исключить возможность выхода буксировщика за линию стоповых огней или возможность удара о верхние выходные ворота шлюза, нужно выбрать образовавшуюся слабину и прочно закрепить кормовой швартовный трос на составе.

При боковой и донных системах наполнения продольных течений вдоль камеры шлюза не образуется, поэтому шлюзование проходит более спокойно.

После открытия выходных ворот шлюза и получения разрешения на выход вахтенный начальник подает сигнал отдачи швартовных концов и выходит на буксир под небольшим углом к стенке камеры шлюза, у которой стоял состав. Перед началом отвода первого счала от стенки камеры нужно придать составу некоторую скорость. Резкие перекладки руля сразу же после выхода могут вызвать сильный боковой дрейф буксировщика и удар о стенку камеры.

Придерживаясь прямолинейного курса и постепенно уклоняясь к середине камеры, буксировщик малым ходом выводит состав из шлюза. В это время должно быть обращено внимание на подходящие к шлюзу встречные суда и составы, стоящие в ожидании шлюзования. Как только первый счал выйдет из камеры, буксировщик уклоняется к середине подходного канала. После выхода из камеры шлюза барж последнего счала ход прибавляют до полного.

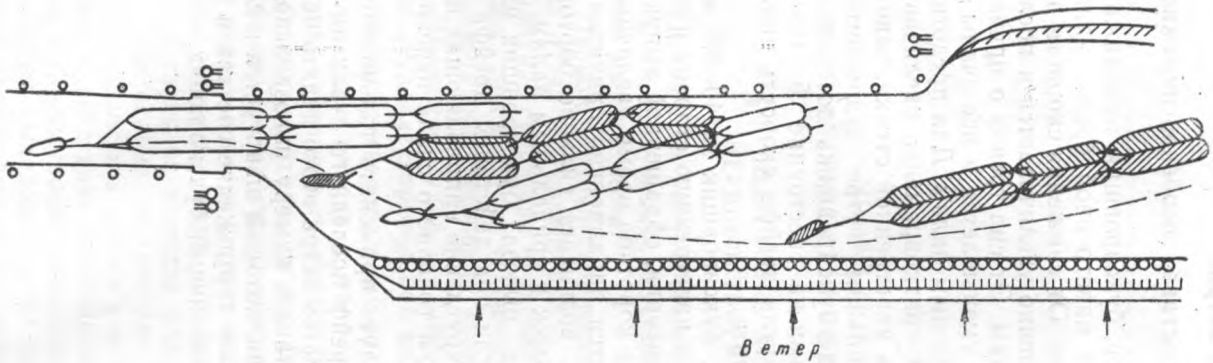


Рис. 153. Схема захода в шлюз буксируемого состава при навальном ветре

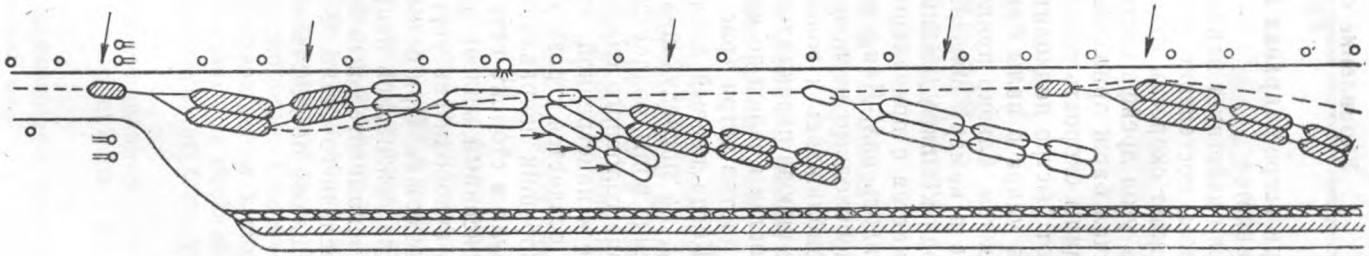


Рис. 154. Схема захода в шлюз буксируемого состава при отвальном ветре

Управление составом при заходе в шлюз при боковых ветрах

При ветре заправка в шлюз состава, особенно порожнего, усложняется.

Если действует навальный ветер, буксировщик, приближаясь к палам, постепенно уклоняется к наветренной бровке канала и снижает скорость хода до малого. От снижения скорости движения угол дрейфа состава постепенно увеличивается и последний счал барж приваливает к палам. От сил трения о причальные палы скорость состава резко уменьшается и все счалы начинают быстро подходить к причальным палам. Для предотвращения удара о палы буксировщик кратковременно увеличивает ход, затем, близко придерживаясь наветренной стенки, заводит состав в камеру шлюза. При отвальном ветре судоводитель, подходя к шлюзу, уменьшает ход буксировщика до среднего, сближается с причальными палами на расстояние 5—10 *м* и идет вдоль пал. Для уменьшения угла дрейфа скорость движения необходимо несколько увеличить.

Приближаясь к голове шлюза, буксировщик за 40—80 *м* до ворот шлюза перекладывает руль в наветренную сторону и вводит состав в шлюз по кривой траектории, обращенной выпуклостью против ветра (рис. 154), и на короткое время увеличивает ход. Когда первый счал развернется параллельно причальным палам, на последующих счалах возникает сильное бортовое давление воды, создается дрейф барж к причальным палам. На подходе головного счала к камере шлюза буксировщик идет ближе к наветренной стенке. Если под действием дрейфа от ветра создается угроза удара о закругление направляющих пал, буксировщик исправляет курс барж головного счала перекладкой руля в сторону ветра.

Описанный маневр захода следует применять только тогда, когда судоводитель уверен, что дрейф последнего счала на ветер возможен. При больших скоростях ветра этого делать нельзя. Для безопасной заправки состава в камеру шлюза используют вспомогательный буксировщик, который швартуется к корме последнего счала. В этом случае торможение состава в камере шлюза осуществляет вспомогательный буксировщик.

ГЛАВА VIII

УПРАВЛЕНИЕ СУДАМИ ПРИ НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНОЙ ВИДИМОСТИ

§ 1. ПОДГОТОВКА К ПЛАВАНИЮ В УСЛОВИЯХ НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНОЙ ВИДИМОСТИ

Причинами неудовлетворительной видимости являются туманы, сильные ливни, снегопады, в темное время суток — скопление дыма и пыли.

Период неудовлетворительной видимости на внутренних водных путях составляет около 10% всей длительности навигации. Плавание судов при неудовлетворительной видимости возможно только при наличии технических средств судовождения (радиолокатора, инфракрасной аппаратуры и др.).

Движение судов, не имеющих радиолокационных станций, при неудовлетворительной видимости запрещается.

Неудовлетворительная видимость иногда наступает внезапно. Если судно входит в полосу тумана, плотного снегопада или ливня, судоводитель теряет ориентировку обычно в течение нескольких десятков секунд. В практике неоднократно происходили аварии от столкновения судов, ударов о берег и посадок на мель именно в первые моменты после потери ориентировки, когда скорость судна еще велика, хотя судоводитель и приступил к гашению инерции или снижению скорости. Следовательно, содержание технических средств судовождения в постоянной готовности к работе очень важно. Только при постоянно готовых к действию навигационных приборах можно быть уверенным в безопасности плавания.

Перед выходом в рейс на судне, оборудованном техническими средствами судовождения, следует содержать приборы готовыми к работе в любой момент.

Исправность эхолота проверяется включением прибора во время стоянки и сопоставлением показаний эхолота с фактической глубиной, измеренной ручным лотом или наметкой.

Работа радиолокатора проверяется включением станции на 20—30 *мин*. При этом следует опробовать все органы управления станцией и произвести ее настройку. Обнаруженные неисправности должны быть устранены до отправления в рейс.

§ 2. ЗНАЧЕНИЕ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ДАННЫХ РАДИОЛОКАТОРА ПРИ УПРАВЛЕНИИ СУДАМИ И СОСТАВАМИ

Навигационное использование радиолокационных станций (РЛС) зависит от их тактико-технических данных, характеризующих работу РЛС.

1. *Минимальная дальность действия* — наименьшее расстояние от антенны, ближе которого нельзя обнаружить объекты.

2. *Максимальная дальность обнаружения* — наибольшее расстояние, при котором возможно обнаружение объектов.

В табл. 13 приведена дальность надежного обнаружения наиболее важных объектов для РЛС «Створ» и «Донец-2»,

Таблица 13

Наименование объектов	Дальность надежного обнаружения в милях (*км*)	
	„Створ"	„Донец-2"
Крупные пассажирские суда	6,0 (11)	8,0 (15)
Буксирные и толкаемые составы	5,0 (9)	7,0 (13)
Плоты	4,0 (7,5)	6,0 (11)
Катера	3,0 (5,5)	4,0 (7,5)
Буй морской, средний	2,0 (3,7)	2,0 (3,7)
Буй озерный	1,1 (2)	1,5 (2,8)
Буй речной	1,0 (1,8)	1,4 (2,5)
Буй с отражателями	4 (7,5)	4 (7,5)
Бакены деревянные	0,9 (1,5)	1,0 (1,8)
Лодка	0,5—0,6 (0,9)	0,7 (1,3)
Плавающие бревна	0,3—0,4 (0,6)	0,5—0,6 (1,0)

Из табл. 13 видно, что наиболее важные для безопасности плавания объекты обнаруживаются на расстоянии, позволяющем вести надежную ориентировку.

Однако небольшие объекты на фоне и поблизости от крупных не просматриваются на экране РЛС, так как эхо-сигнал крупного объекта забивает эхо-сигнал малого объекта. Поэтому на экране РЛС не видны устои мостов, береговые знаки обстановки.

3. *Разрешающая способность по дальности* — наименьшее расстояние в метрах между двумя объектами, находящимися вдоль линии излучения, при котором эхо-сигналы объектов обнаруживаются раздельно.

4. *Разрешающая способность по азимуту* — наименьший угол в градусах между двумя объектами, находящимися на равных расстояниях от РЛС, при котором объекты наблюдаются раздельно.

5. *Точность определения расстояний* определяется величиной ошибки при измерении расстояния до объекта.

Величины возможных ошибок в определении расстояний указаны в табл. 14.

Таблица 14

РЛС	Шкала дальности в милях	Возможные ошибки в измерении расстояний (±)	
		в *кбт*	в *м*
«Створ»	0,5	0,1—0,15	19—28
	1	0,2—0,3	37—55
	2,5	0,5—0,75	92—138
	10	2,0—3,0	370—555
	25	5,0—7,5	925—1387
«Донец»	0,5—1,5	0,25—0,3	46—55
	3	0,6—0,9	111—166
	6	1,2—1,8	222—333
	12	2,4—3,6	444—666
	24	4,8—7,2	888—1332

При определении расстояний очень важно для судоводителя знать величину ошибки. При движении вдоль ходовых берегов обычно курс избирают по безопасному траверзному расстоянию до яра или ходового берега.

6. *Точность по направлению* определяется величиной ошибки при измерении направления (измеряется в градусах).

В среднем ошибку определения курсовых углов можно принять равной от $\pm 2°$ на расстоянии $^1/_3$ градуса от центра экрана и $\pm 1°$ на краю экрана.

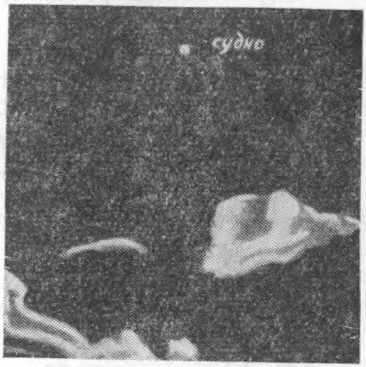
§ 3. ИЗОБРАЖЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ЭКРАНЕ РЛС

Для безопасной проводки судна судоводитель должен уметь опознавать местность по ее радиолокационному изображению. Каждый облучаемый объект на экране радиолокатора виден в виде светлого пятна эхо-сигнала, отличающегося по величине, форме и яркости.

На радиолокационное изображение объектов влияет их взаимное расположение. Если передний объект выше и шире заднего, а объекты расположены на одной прямой, второй объект будет затенен первым и не будет просматриваться на экране.

На рис. 155 показано, что на экране РЛС просматриваются только обращенные к судну склоны холмистого берега. Более низкие части берега, расположенные за ними, попадают в зону радиолокационной тени.

Значительное влияние на радиолокационное изображение оказывает форма объектов. Низкие песчаные берега, косы, осе-



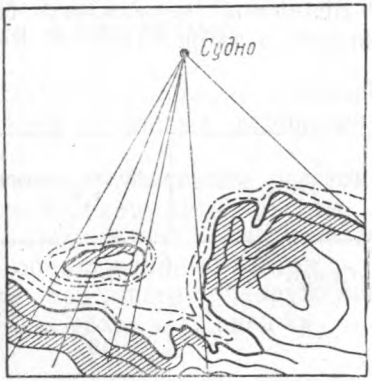


Рис. 155. Радиолокационные «тени»

редки, пляжи обнаруживаются только на небольшом расстоянии в виде тонкой линии эхо-сигналов. Обрывистые берега дают яркое и четкое изображение, воспроизводящее форму и контуры берега, поэтому такие берега являются надежными радиолокационными ориентирами.

Растительность, покрывающая берега, дает пятнистый эхо-сигнал. Если на такой местности находится хорошо отражающий ориентир, например щит створного знака, он не дает отдельного эхо-сигнала.

Ровный берег, покрытый лесом, дает яркий эхо-сигнал. Изображение на экране РЛС населенных пунктов обычно не соответствует полностью их плану, так как на экране хорошо видны только ближайшие к реке стороны зданий.

Мосты через реки дают яркие, резкие, четкие и хорошо видимые эхо-сигналы в виде сплошной полосы.

Волноломы, причальные стенки дают хорошо видимый узкий эхо-сигнал в виде линии в соответствии с контурами волнолома или стенки.

Сильные точечные сигналы наблюдаются от радиомачт, башен и портальных кранов. Воздушные провода высоковольтных линий создают помехи в виде точечных эхо-сигналов, передвигающихся к центру экрана точек, которые неосведомленным судоводителем могут быть приняты за мелкие объекты на воде (лодки, бревна и т. д.).

Спокойная поверхность воды на реке или водохранилище не дает эхо-сигналов.

Волнение дает эхо-сигналы, беспорядочно располагающиеся на экране. Радиус зоны засвечивания зависит от высоты волн. Линии спорных вод иногда просматриваются на экране на малых расстояниях в виде тусклых полос. Кромки льда со стороны чистой воды просматриваются на малых расстояниях в виде сплошной линии. Молодой осенний лед с гладкой поверхностью не дает изображения на экране.

Помехи, влияющие на работу РЛС

Появившаяся на экране РЛС светлая точка или засвеченное пространство не обязательно должны соответствовать бую или участку берега. Подобные сигналы могут возникнуть от воздействия помех. Эхо-сигналы, появившиеся от помех, принято называть ложными эхо-сигналами.

Основные виды помех возникают от:

гидрометеорологических факторов;
многократного отражения радиоволн;
боковых лепестков;
работы другого радиолокатора;
частей судна, создающих теневые секторы.

Если вблизи РЛС находится объект с большой площадью отражающей поверхности, часть электромагнитных волн попадает в приемник РЛС после многократного отражения антенной РЛС и корпусом судна или объектом.

В этом случае действительным будет эхо-сигнал, находящийся на экране ближе к центру развертки (рис. 157).

Помехи от боковых лепестков возникают от приема РЛС отраженных от близко расположенного крупного объекта радиоимпульсов, излучаемых антенной по боковым направлениям боковыми лепестками. В этом случае, как показано, на экране появляется цепочка из светлых пятен, равно удаленных от центра развертки (рис. 158).

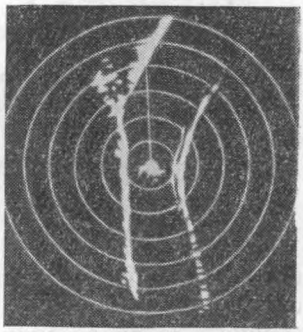


Рис. 156. Засветка центра экрана при волнении

При одновременной работе двух РЛС на одной длине волны, на расстоянии их дальности действия на экране могут воз-

никнуть помехи в виде спиральных или круговых штрихов или точек (рис. 159). Эти помехи характерны и их легко опознать.

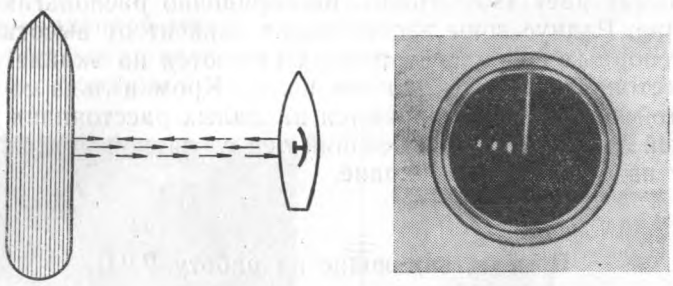


Рис. 157. Помехи от множественных эхо-сигналов

При установке антенны РЛС на уровне или ниже выступающих частей корпуса судна (колонок, труб, мачт и т. п.) в пространстве за ними образуются радиолокационные тени и это пространство не просматривается. Ширина теневой зоны тем больше, чем больше размеры предмета, ее создающего, и чем ближе расположен предмет к антенне РЛС.

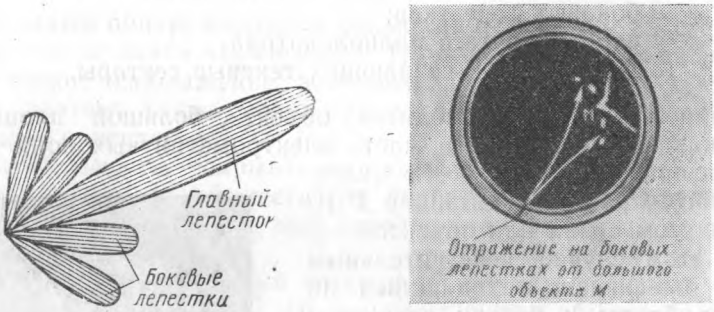


Рис. 158. Вид помех от боковых лепестков

Теневые секторы РЛС на каждом судне должны быть определены и известны судоводителю. Их можно определить путем наблюдения с помощью РЛС за шлюпкой, двигающейся вокруг стоящего на якоре судна, по исчезновению эхо-сигналов на тех или иных курсовых углах.

При длительном движении прямолинейным курсом на водохранилище или озере в условиях плохой видимости нужно делать повороты вправо или влево с тем, чтобы своевременно обнаружить судно, идущее пересекающимся курсом и находящееся в зоне теневого сектора.

Выступающие части судна могут создать и другой вид помех. Так, например, излучаемый антенной радиоимпульс попадает на выступающую часть, например трубу судна (рис. 160),

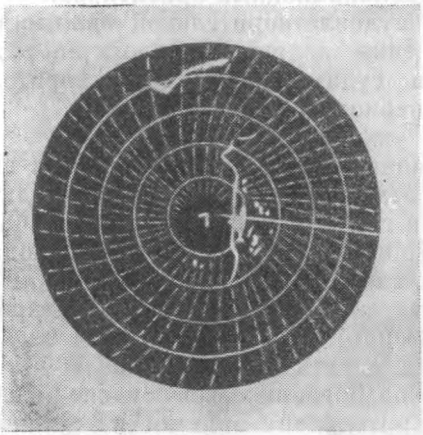


Рис. 159. Помехи от работы другого радиолокатора

отражается от нее и идет в направлении наблюдаемого объекта. От объекта, в свою очередь, отражается и снова попадает на трубу, а затем на антенну. В результате на экране РЛС видны два эхо-сигнала от одного объекта — истинный и ложный.

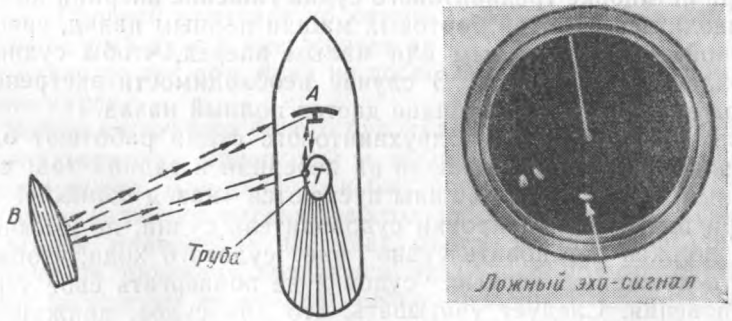


Рис. 160. Помехи от выступающих частей судна

Ложные эхо-сигналы чаще наблюдаются в теневых секторах и на определенных курсовых углах на одинаковых расстояниях с истинными эхо-сигналами и на разных пеленгах.

§ 4. УПРАВЛЕНИЕ СУДАМИ ПРИ НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНОЙ ВИДИМОСТИ

Безопасное плавание невозможно без знания судоводителем местности и радиолокационных ориентиров.

В условиях неудовлетворительной видимости основным методом судовождения является глазомерно-радиолокационный.

В управлении судами при неудовлетворительной видимости различают два периода:

1) внезапное ухудшение видимости;

2) установившаяся неудовлетворительная видимость.

Необходимо отметить, что внезапное ухудшение видимости вплоть до потери глазомерной ориентировки чаще всего наблюдается при больших габаритах судового хода (шлюзованные реки, водохранилища). При движении по узким фарватерам, например в каналах, внезапная потеря ориентировки маловероятна. Уменьшение видимости даже до 50 *м* не лишает судоводителя возможности видеть берег канала.

Первоочередной обязанностью судоводителя при наступлении неудовлетворительной видимости является уменьшение хода, включение радиолокатора и вывод судна на правую (по ходу) сторону движения. Одновременно судоводитель должен подавать сигнал «Иду в тумане».

На судне, не оборудованном радиолокатором, после установления безопасного компасного курса нужно приступить к остановке судна, если визуальная ориентировка невозможна.

При остановке двух- и трехвинтовых судов после включения винтов на задний ход судно теряет управляемость и может выйти на ходовую сторону встречного движения. В этом случае столкновение судов предотвратить очень трудно.

При остановке трехвинтового судна гашение инерции должно производиться работой бортовых машин полным назад, средней машиной — самым малым или малым вперед, чтобы судно не потеряло управляемость. В случае необходимости экстренного торможения и средней машине дается полный назад.

Для гашения инерции двухвинтового судна работают одновременно движителями машин на передний и задний ход; в экстренных случаях обе машины пускаются «назад полный».

При потере ориентировки судоводитель судна, не имеющего РЛС, должен остановить судно вне судового хода, чтобы не мешать движению других судов и не подвергать свое угрозе столкновения. Следует учитывать, что для судов, движущихся по правому ходовому берегу, потеря ориентировки может наступить позднее.

При установившейся неудовлетворительной видимости, когда глазомерная ориентировка отсутствует, плавание судов и составов возможно только при наличии исправно действующего радиолокатора и компаса.

В зависимости от условий пути и местонахождения судна для радиолокационной проводки нужно выбрать шкалу дальности РЛС. При плавании на плесовых участках крупных рек или на участках шлюзованной реки рекомендуется пользоваться шкалой дальности 1 или 1,5 мили. В стесненных условиях плавания, на рейдах, при подходе к шлюзам, перекатам, узкостям, при сближении с берегом и другими судами ориентировку лучше производить на шкале дальности 0,5 мили, имеющей более крупный масштаб.

При плавании на водохранилищах и озерах ориентиры могут быть удалены на большое расстояние. Поэтому для ориентировки периодически просматривают пространство на мелкомасштабных шкалах.

На речном плесовом участке судоводитель должен знать конфигурацию берегов и расположение знаков плавучей обстановки. Определив место судна в отношении берегов, судоводитель избирает курс по ориентирам, расположенным впереди судна. На рис. 161 показано радиолокационное изображение речного русла с левым по ходу судна ходовым берегом. На середине русла виден эхосигнал от буя. Опознав буй, судоводитель избирает курс на расстоянии третьей части ширины русла между берегами, ближе к правому берегу. В момент, когда курсовая черта окажется на выбранном курсе, как показано на рис. 161, судоводитель подает команду рулевому «Так держать». Рулевой замечает по компасу компасный курс и удерживает на нем судно до тех пор, пока не последует команда о новом изменении курса.



Рис. 161. Радиолокационное изображение речного русла

Выйдя на траверз белого буя, судоводитель должен опознать на экране новые ориентиры и выбрать дальнейшее направление движения. Для точного и быстрого обнаружения буев на них устанавливают пассивные уголковые отражатели. Для судоводителей, плавающих на судах, оборудованных РЛС, в целях облегчения плавания создаются радиолокационные карты, которые позволяют до начала рейса ознакомиться с радиолокационным изображением участка и наметить радиолокационные ориентиры, что очень важно при прохождении затруднительных участков

На крутых поворотах реки во время выполнения судном поворота происходит «смазывание» изображения на экране за счет наложения одно на другое нескольких изображений. «Смазы-

вание» изображений тем больше, чем больше угловая скорость поворота и скорость движения судна. «Смазывание» радиолокационного изображения может быть уменьшено, если до начала поворота снизить скорость хода и поворот выполнять, продвигаясь по ломаной линии, состоящей из последовательно изменяющихся в сторону поворота курсов, не превышающих 10—15°. После каждого изменения курса нужно придать судну прямолинейное движение до восстановления четкого изображения, а затем снова изменить курс. Во время захода на перекат вследствие недостаточности габаритов судового хода этот прием применять нельзя, поэтому судоводитель должен до подхода к перекату определить точку с ориентиром на траверзе поворота и угол поворота.

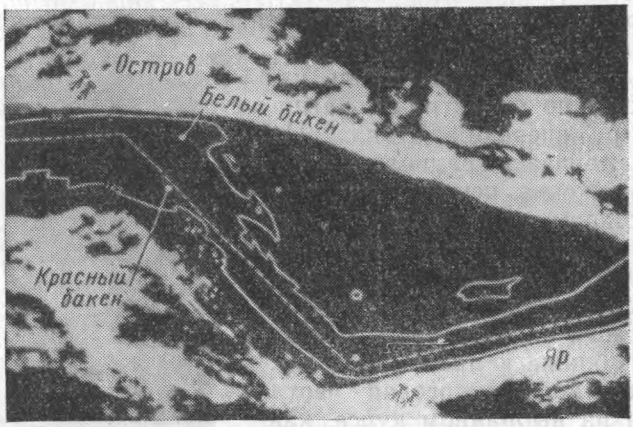


Рис. 162. Радиолокационная фотосхема переката

На рис. 162 показана фотосхема переката. Если судно идет снизу вдоль яра, таким ориентиром будет нижний угловой белый бакен, а угол поворота на новый курс при входе на перекат, как это видно из фотосхемы, будет равен примерно 60°. При подходе к траверзу поворотного бакена судоводитель командует рулевому поворот на новый компасный курс.

Рулевой резко перекладывает руль на правый борт и выводит судно на заданный курс. Во время такого поворота судоводитель теряет на непродолжительный период времени ориентировку, но при выходе на прямолинейный курс снова ее восстанавливает и вводит поправку в направление движения судна. Успех маневра зависит от умения рулевого выходить на заданный курс. Перед входом на перекат необходимо убедиться в отсутствии судов на перекате и подходах к нему. Если перекат занят, нужно остановить судно и пропустить сверху идущее

судно. Наиболее целесообразным местом ожидания в рассматриваемом примере является место в луговой стороне ниже нижнего белого буя.

Если видимость в канале неудовлетворительная и с помощью радиолокатора определить смещение судна от оси судового хода трудно, то проводка судна осуществляется с применением глазомерного способа ориентировки. Контроль за правильностью движения по избранному курсу осуществляется по курсовой отметке, которая должна находиться точно в середине между берегами. Один наблюдатель должен вести постоянное визуальное наблюдение за траверзным расстоянием между бортом судна и бровкой канала. При уменьшении этого расстояния вводится поправка к курсу. Этот способ проводки требует участия в управлении судном трех лиц. Движение по каналу при неудовлетворительной видимости производится на малых скоростях хода.

При плавании на затруднительных участках реки (перекатах, узкостях, в пролетах мостов) использование РЛС будет более эффективным, если применить радиолокационные маяки, которые позволяют определить место и направление действия створных знаков, ось ходового пролета моста или камеры шлюза и т. п. Натурные испытания радиолокационных маяков, изготовленных ГИИВТом и НИИВТом, показали, что точность определения оси судового хода с помощью двух маяков, установленных на равных расстояниях от оси судового хода и перпендикулярно ей, достигает ± 2 *м*.

Радиолокационный маяк представляет собой малогабаритный передатчик, излучающий в определенном направлении радиоволны такой же частоты и длины, что и передатчик РЛС. Сигналы маяка принимаются приемником РЛС в тот момент, когда антенна радиолокатора направлена на маяк. На экране радиолокатора сигналы маяка видны в виде сплошной линии, идущей от центра экрана к краю в направлении на маяк. Толщина этой линии в 2—3 раза больше курсовой черты. При двух маяках, установленных на одинаковом расстоянии от оси ходового пролета моста, судоводитель будет видеть две светлые полосы, идущие от центра развертки. Курс избирается с таким расчетом, чтобы курсовая черта делила угол между линиями от сигналов маяков пополам. Тогда судно будет находиться на оси ходового пролета (рис. 163).

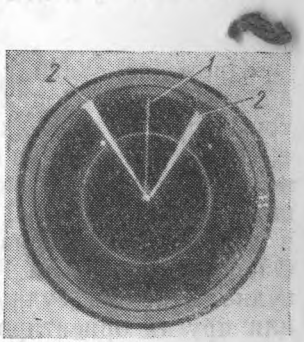


Рис. 163. Выбор курса при помощи двух радиолокационных маяков при движении под мост

Если судно сместится от оси пролета, то угол между курсовой чертой и сигналами маяка, в сторону которого произошло

смещение, уменьшится, а противоположный увеличится. Судоводитель вводит поправку в курс, и как только углы выравняются, подает рулевому команду «Так держать». Рулевой выдерживает нужный курс по компасу.

С приближением судна к траверзу пролета моста сигналы от маяков пропадают. После выхода из пролета моста судоводитель ориентируется обычным способом.

В случаях расхождений со встречными судами судоводитель должен заранее уклониться в правую по ходу сторону и снизить скорость до пределов, обеспечивающих управляемость судна.

Следует добиться такого положения во взаимном положении судов, при котором отметка от встречного судна будет видна слева от отметки курса. В противном случае нужно, кроме сигналов «Иду в тумане», подать сигнал «Предупреждение» и принять меры к остановке своего судна. Продолжать движение можно лишь в том случае, если путем непрерывного наблюдения за эхо-сигналом от встречного судна будет установлено, что оно уклонилось на свою ходовую сторону и суда могут разойтись левыми бортами.

Расхождение в узких местах, на поворотах реки, на перекатах недопустимо. В этом случае снизу идущее судно до подхода к затруднительному участку должно остановиться у правой по ходу стороны и пропустить сверху идущее судно.

§ 5. ПРОВОДКА СУДНА С ПОМОЩЬЮ БЕРЕГОВОЙ РЛС

Проводка судна с помощью береговой РЛС может производиться на подходах к рейдам, аванпортам шлюзов и в некоторых других случаях.

Процесс проводки осуществляется следующим образом. Судно входит в зону действия береговой РЛС. Судоводитель сообщает оператору РЛС по радиосвязи свою просьбу о проводке и данные, характеризующие судно (длина, ширина, осадка). Оператор береговой РЛС, обнаружив на экране эхо-сигнал от судна, передает судну его местоположение в отношении буев или других ориентиров, определяющих судовой ход, а также пеленг на судно и расстояние до РЛС по этому пеленгу. Судоводитель для быстрого определения места нахождения должен иметь планшет с заранее нанесенными пеленгами и окружностями расстояний (рис. 164). Например, судоводителю при заходе в аванпорт с входным створом оператор сообщил: «Ваше место — сто десять, восемь тысяч пятьсот». Первая цифра означает пеленг в градусах, вторая — расстояние до РЛС в метрах (или кабельтовых). На планшете судоводитель определяет точку на пересечении линии этого пеленга с окружностью, соответствующей радиусу 8500 *м*. Как показано на рис. 164, судно будет находиться в точке *А*, несколько левее входного створа.

После этого судоводитель изменяет курс вправо и по новым координатам, сообщенным оператором, снова корректирует курс и заходит в порт.

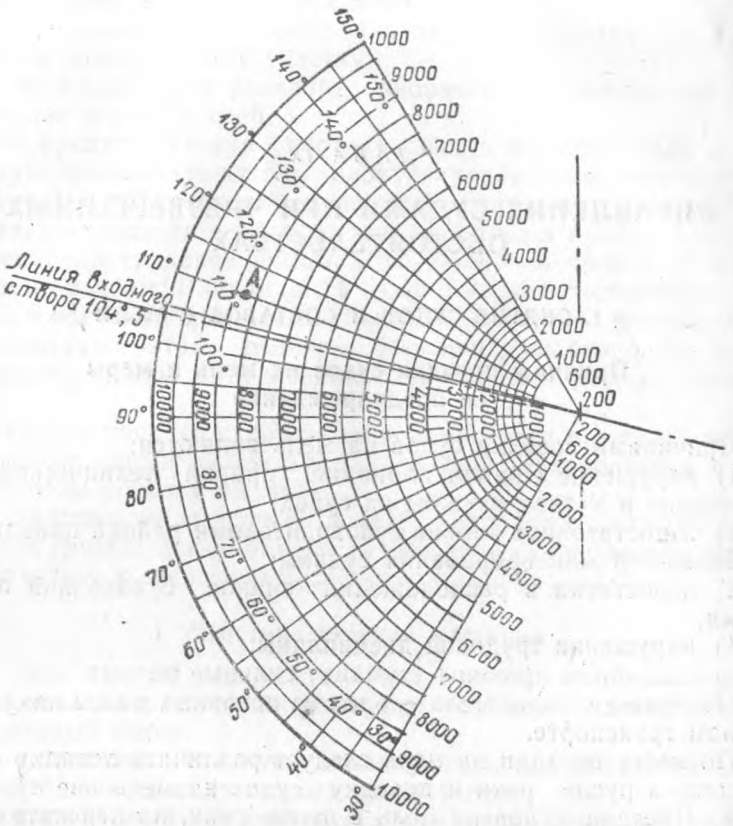


Рис. 164. Планшет для определения места судна с помощью береговой РЛС

Опыт работы береговых РЛС показал, что возникают большие затруднения при одновременном подходе к зоне действия станции нескольких судов. Оператору трудно определить отметку на экране, принадлежащую тому судну, которое должно быть проведено первым. В таких случаях все суда сначала должны встать на якорь, и после установления очередности проводки очередное первое снимается с якоря и выполняет какой-либо заранее обусловленный по радио маневр (поворот влево или вправо). Опознав эхо-сигнал на экране РЛС проводимого судна, оператор приступает к проводке.

ГЛАВА IX

УПРАВЛЕНИЕ СУДАМИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ ОБСТОЯТЕЛЬСТВАХ

§ 1. СНЯТИЕ СУДОВ И СОСТАВОВ С МЕЛИ

Причины посадки судов на мель и меры ее предупреждения

Причинами посадки судов на мель являются:

1) нарушение Правил плавания, правил технической эксплуатации и Устава службы на судах;

2) недостаточное знание судоводителями района плавания и особенностей маневрирования судами;

3) недостатки в расположении знаков судоходной обстановки;

4) нарушения трудовой дисциплины;

5) стихийные причины (туманы, сильные ветры).

Посадка судов на мель — один из основных видов аварий на речном транспорте.

По месту посадки на мель следует различать посадку судов на мель в русле реки и посадку судов на мель вне судового хода. Посадка судов на мель в русле реки, на перекатах или в узкостях создает на данном участке препятствие для нормального движения других судов мимо стоящего на мели судна. Посадка судов на мель на пойме происходит во время паводка, когда пойменные берега находятся в затопленном состоянии. Эти аварии особенно опасны при спаде паводков, так как могут привести к обсушке судна и крупным затратам средств и времени для его спасения.

Типичные случаи посадки судов на мель следующие:

1) потеря ориентировки в результате слабых знаний района плавания при хорошей видимости;

2) потеря ориентировки при плохой видимости из-за тумана, снегопада или сильного ливня;

3) потеря управляемости при попадании в зоны неправильных течений и неправильное регулирование скорости хода;

4) потеря управляемости судна или состава при следовании на недопустимо большой скорости по мелководному затруднительному участку;

5) потеря управляемости судна или состава при снижении скорости ниже допустимых пределов;

6) неиспользование приборов измерения глубины при движении по мелководному участку;

7) выход из строя рулевого, якорного устройств, главных двигателей и движителей.

Для предупреждения посадки судов на мель надо вести большую профилактическую работу, заключающуюся в повышении технических знаний командным составом судов и работниками, связанными с обслуживанием флота в пути, а также и в укреплении трудовой дисциплины. Большую роль в деле сокращения и полной ликвидации аварий играет систематический разбор и изучение происшедших аварий в бассейне данной реки. В организации этого разбора большая роль отводится капитанам-наставникам и судоходным инспекциям речных бассейнов.

Зачастую посадка судов на мель происходит в результате неправильных или нерешительных действий судоводителя в момент угрозы посадки на мель.

В зависимости от условий и места расположения судна в отношении грозящей ему опасности действия судоводителя должны сводиться к проведению следующих мероприятий.

1. Действие главной машиной

а) дать полный ход назад в тех случаях, когда опасность обнаружена на расстоянии, хотя бы несколько превышающем инерционный выбег;

б) остановить главную машину, если при подходе к мели налицо опасность повреждения движителей;

в) дать полный ход вперед в случае, если судно следует задним ходом и ему грозит опасность посадки на мель кормой.

2. Действие рулем

Перекладкой руля в противоположную сторону от грозящей опасности предотвращается посадка судна на мель.

3. Действие якорями

Отдача кормовых якорей при переднем ходе всегда будет способствовать уменьшению или исключению посадки на мель.

В практике судовождения есть два исключительных случая, когда судоводитель обязан поставить судно на мель:

1) при возникновении опасности затопления судна в связи с проломом корпуса судна, когда все средства борьбы с водой исчерпаны или применение их явно нецелесообразно;

2) при пожаре, когда все средства борьбы с огнем исчерпаны и судну угрожает неминуемая гибель.

В обоих случаях перед посадкой необходимо стараться выбрать более ровное дно с мягким грунтом.

Первые действия судоводителя после посадки судна на мель

После посадки на мель капитан обязан принять ряд экстренных мер, направленных на снятие судна с мели своими средствами. В организационном отношении нужно объявить аврал и нести установленные Правилами плавания сигналы. Первый штурман проверяет корпус судна и замеряет уровень воды в нем. За водотечностью необходимо вести постоянное наблюдение, причем должны быть приняты срочные меры к отысканию пролома и его заделке.

Второй штурман производит промер глубин вокруг корпуса судна и одновременно определяет возможность работы движителями.

Третий штурман производит расчет потребной силы для съемки с мели и ведет постоянную запись в вахтенном журнале о всех проводимых мероприятиях, связанных со съемкой с мели.

При посадке на мель в озере, крупном водохранилище или на морском рейде нужно запросить ближайшую метеорологическую станцию о прогнозе погоды. Имеющимися средствами сообщить диспетчеру о времени и месте посадки на мель, о характере и размерах требующейся помощи.

После окончания промеров глубин вокруг корпуса со шлюпки нужно произвести промеры глубин по радиальным направлениям с выяснением рода грунта вокруг судна для выбора наилучшего направления съемки и возможности подхода других судов к борту сидящего на мели судна.

§ 2. РАСЧЕТЫ ПО ВЫБОРУ СПОСОБА СНЯТИЯ СУДНА С МЕЛИ

В основу расчетов по выбору способа съемки с мели должно быть положено решение двух вопросов.

1. Сможет ли судно сойти с мели при помощи только своей машины или судовых средств?

2. Какую постороннюю помощь необходимо получить для снятия с мели?

Чтобы решить эти вопросы, необходимо установить величину потери осадки и запаса плавучести в случае наличия пробоин в результате посадки судна на мель.

Величину потери осадки определяют как разность средних осадок до и после посадки на мель. Средняя осадка определяется по формуле

$$T_{ср} = \frac{T_н + T_{ср.п.б} + T_{ср.л.б} + T_к}{4}, \quad (1.9)$$

где $T_н$ — осадка носа;
$T_{ср.п.б}$ — осадка в районе миделя по правому борту;
$T_{ср.л.б}$ — осадка в районе миделя по левому борту;
$T_к$ — осадка кормы.

Величина потери осадки, таким образом, равна

$$\Delta T = T'_{ср} - T''_{ср}, \quad (2.9)$$

здесь $T'_{ср}$ — средняя осадка до посадки на мель;
$T''_{ср}$ — средняя осадка после посадки на мель.

При проломе корпуса и заполнении отсека водой осадка увеличится на величину

$$\Delta T' = \frac{V}{S - \Delta S k}, \quad (3.9)$$

где $\Delta T'$ — увеличение осадки в *м*;
V — объем воды в затопленном отсеке в $м^3$;
S — площадь грузовой ватерлинии до затопления отсека в $м^2$;
ΔS — площадь уровня воды в затопленном отсеке в $м^2$;
k — коэффициент, зависящий от степени наличия в отсеке груза; $k = 0{,}6 \div 0{,}95$.

При решении вопроса о силе давления на грунт необходимо определить общую потерю осадки, которая равна

$$\Delta T_{общ} = \Delta T + \Delta T', \quad (4.9)$$

тогда сила давления на грунт P будет равна $P = \Delta T_{общ} q$,
где q — число тонн, изменяющих осадку на 1 *см*:

$$q = \frac{S}{100}. \quad (5.9)$$

И необходимое усилие для съемки с мели будет равно

$$R = k' P, \quad (6.9)$$

где k — коэффициент трения.

В зависимости от рода грунта значения коэффициента k будут следующие:

Жидкая глина	0,18—0,22
Мягкая глина	0,23—0,30
Глина с песком	0,30—0,32
Песок	0,35—0,38
Галька	0,38—0,42
Каменистая плита	0,30—0,42
Каменный булыжник	0,42—0,50

Тяговое усилие F судовой главной машины на переднем ходу можно определить по паспорту или по диспетчерскому справочнику. За неимением этих данных можно воспользоваться эмпирической формулой, дающей ориентировочные результаты,

$$F = \frac{N_i}{5v}, \tag{7.9}$$

где N_i — мощность машин;

v — скорость при полном ходе в *км/час*.

Тяговое усилие машин на заднем ходу $F_{з.х}$ принимается на 20—30% меньше.

Сравнивая потребное усилие для съемки с мели и усилие, создаваемое машиной при работе на задний ход, можно сделать заключение, что судно сойдет с мели, если $F_{з.х} > R$; судно не сойдет с мели, если $F_{з.х} < R$, тогда необходимое дополнительное усилие $F_д$, которое нужно создать в помощь главной машине, будет равно $F_д = R - F_{з.х}$, если при съемке с мели нужно работать задним ходом.

Если $F_д$ равно или меньше суммарного усилия, которое может создать шпиль или брашпиль, а кренование и дифферентовку провести почему-либо невозможно, судно с помощью своих средств сняться не может.

Потребная дополнительная мощность равна

$$N_{и(п)} = F_д \cdot 5 v_{ср}, \tag{8.9}$$

где $v_{ср}$ — средняя скорость буксирного судна.

При возможности применить дифферентование, заранее зная расстояние, на которое будет переноситься груз, можно определить количество груза, которое нужно переместить, из следующих вычислений.

Момент изменения дифферента m на 1 *см* равен

$$m \approx \frac{D}{100}, \text{ или } m = \frac{DH_0}{100L},$$

где D — водоизмещение судна в m;

H_0 — большая метацентрическая высота в $м$;

Дифферент от перемещения груза весом P на расстояние l равен $\alpha = \frac{Pl}{m}$. Задавшись величиной дифферента, можно определить количество груза, которое надо перенести.

§ 3. СПОСОБЫ СНЯТИЯ СУДНА С МЕЛИ

Различают следующие способы снятия судна с мели.

1. Снятие с помощью главной машины

Этот способ применяется сразу же после посадки на мель, до проведения каких-либо расчетов и подготовительных мероприятий, как только будет выяснено, что имеется возможность сво-

бодно работать движителями. Если посадка на мель произошла при движении передним ходом, машинам дается полный ход назад и работают так в течение 5—10 *мин.* Затем останавливают машины и спустя 4—5 *мин* снова повторяют этот прием. Если в это время корпус судна начинает дрожать, то машиной работают до полного снятия с мели. По поставленной вертикально в упор в грунт наметке определяют, движется судно или стоит на месте.

Длительная беспрерывная работа машинами назад не рекомендуется потому, что происходит разрыв грунта в районе кормы и отложение его по бортам в середине и носовой части судна, отчего образуются шалыги, усложняющие снятие судна с мели.

Если работа только машин не дает положительных результатов, то производят раскачивание судна с помощью машин и руля. Для этого на двухвинтовых судах работают машинами одновременно на передний и задний ход и перекладывают руль с борта на борт. На колесных и одновинтовых судах дают полный ход вперед и перекладывают руль с борта на борт. После этого машинам дают полный ход назад и аналогично перекладывают рули. Так повторяют несколько раз. Если при раскачивании происходит отклонение кормы судна в ту или иную сторону, то проведение этих мероприятий нужно продолжать до полного снятия с мели.

Все последующие способы снятия с мели нужно проводить после того, как снять судно с помощью главной машины и рулей не удалось.

2. Снятие судна с мели с помощью съемной свайки

Свайку ставят всегда с того борта судна, которым судно находится на мели. К нижней части свайки за обушки крепят два вспомогательных троса, называемые пятными. К верхнему концу за металлическую скобу бугеля крепят прочный стальной трос. Для увеличения съемного усилия оснащают свайку талями. При отсутствии блоков у талей на палубе съемный трос пропускают через канифас-блок, закрепленный за палубный рым или за кнехты.

После оснащения свайку кладут перпендикулярно борту судна с выносом заостренного конца за борт. Затем, выбрав слабину пятных и сделав по одному шлагу на ближайших кнехтах с той и другой стороны свайки, удерживают свайку пятными. С помощью подведенных под свайку багров с металлическими развилками на концах или просто крестообразно связанных шестов придают свайке угол наклона к поверхности воды около 25—30° и по команде руководителя работ «Шесты держать, пятные отдать» отпускают пятные и направляемую шестами или баграми свайку заостренным концом опускают на

грунт. Ходовой конец съемного троса с помощью шпиля или брашпиля натягивают втугую. На судно начинает воздействовать отталкивающая сила, которая тем больше, чем больше натяжение съемного троса и меньше угол наклона свайки в отношении поверхности воды.

Если судно начинает сдвигаться, верхний конец свайки подходит к борту и свайку нужно перезарядить. Если съемка производится под углом к течению, которое стремится прижать судно к мели, то после сдвига судна, не освобождая первую свайку, нужно зарядить другую свайку и только после этого извлечь первую свайку для перезарядки.

Одновременно со свайкой нужно использовать и главные машины. Если эти мероприятия не дают положительных результатов, а получить постороннюю помощь от других судов быстро не представляется возможным, приступают к завозке якоря.

3. Снятие с мели с помощью завезенного якоря

Перед завозкой якоря нужно определить направление завозки и место кладки якоря.

Учитывая возможность опрокидывания шлюпки в момент завозки или отдачи якоря, необходимо, чтобы все гребцы шлюпки умели плавать и были в спасательных нагрудниках.

С целью достижения наибольшего поворачивающего момента якорь завозят с той части судна, которая не сидит на мели. Направление завозки якоря определяют с учетом действующего на судно ветра или течения. Якорь завозят в направлении, противоположном действующему на судно течению или ветру.

Для завозки якоря обычно используют запасной якорь и реже носовые якоря. Если шлюпка транцевой постройки, то якорь крепят к шлюпке за кормовой рым и за загребную банку с помощью пенькового троса или якорь кладут на кормовую часть шлюпки так, чтобы лапы якоря выступали за корму.

При недостаточной грузоподъемности одной шлюпки используют две шлюпки, которые соединяют, и между ними подвешивают якорь. После закрепления якоря на шлюпке в нее укладывают шлагами трос с таким расчетом, чтобы можно было его легко травить.

Если якорь завозят против течения или ветра, то на шлюпку погружают весь трос, и после отхода ее к месту кладки якоря и отдачи его шлюпка возвращается к борту судна и трос травят в воду, а затем передают ходовой конец на судно. Если якорь завозят при отсутствии течения или ветра, ходовой конец троса остается на судне, и по мере удаления шлюпки от судна якорный трос с нее травят в воду. Отдача якоря производится по команде с судна. Ходовой конец троса, к которому прикреплен якорь, выбирается шпилем или брашпилем. Для увеличения натяжения троса можно ходовой конец оборудовать талями.

Таким образом, в помощь главным машинам можно одновременно использовать свайку или завезенный якорь, а также применить кренование и дифферентовку.

Дифферентовка производится перекачиванием жидкого топлива из носовой цистерны в кормовую или наоборот, а также с помощью водяных балластных цистерн или отсеков.

При снятии судна с мели нужно использовать и дополнительные меры:

1) когда судовые волны проходящего мимо судна на полном ходу подойдут к судну, стоящему на мели, то уровень воды у него попеременно повышается и понижается. В результате этих волнений судно, стоящее на мели, раскачивается, и если в этот момент дать машине полный ход, то судно может сойти с мели;

2) при посадке на вязкий грунт, например на ил, корпус судна присасывается к грунту и снятие с мели становится затруднительным. Поэтому если несколько раз провести вдавливание корпуса судна в грунт путем накачивания и быстрого откачивания воды в отсек и из отсека, то снять судно с мели становится легче;

3) промывка грунта под корпусом судна может быть эффективной на песчаных и илистых грунтах. Для размыва грунта сливной рукав нагнетательной водяной помпы опускают за борт, которым судно сидит на мели. Затем включают насос и струей воды размывают грунт, перемещая сливной рукав вдоль борта по течению и проделывая, таким образом, борозду в грунте вдоль борта.

4) Снятие судна с мели с помощью гребного вала

В особо неблагоприятных случаях посадки судов на мель, когда усилий шпиля, брашпиля и упора движителей главной машины недостаточно, а получить постороннюю помощь почему-либо невозможно, и если уровень воды понижается и судну грозит опасность обсохнуть, на колесных судах применяют способ снятия с мели с помощью гребного вала.

Прочный металлический трос завозят на берег, где закрепляют за деревья или врытые в землю «мертвяки». Затем ходовой конец троса пропускают через вырубленное в палубе отверстие и накладывают на гребной вал шлагами (5—6 шлагов). К ходовому концу троса крепят более тонкий вспомогательный трос, который закрепляют на шпиле или брашпиле. Выбирая вспомогательный трос, натягивают ходовой конец основного троса. При проворачивании главной машины создается большое усилие. В практике имели место случаи, когда применение этого способа спасало судно от обсушки и гибели. Например, буксирный пароход «Чебышев» мощностью 480 *л. с.* во время спада

половодья на р. Сок снялся таким образом с бровки затопленного яра.

Способ сопряжен с риском повреждения машины, и к нему нужно прибегать только в случае крайней необходимости, после использования всех других средств.

Снятие с мели буксируемого или толкаемого состава

Первые действия после посадки на мель толкаемого состава аналогичны действиям снятия с мели самоходного судна. При этом, если состав разворачивается течением с угрозой постановки его «взамет», т. е. поперек струй течения, то так же, как и на самоходном судне, в этом случае нужно отдать якоря. При постановке на мель буксируемого состава в первое время нужно попытаться снять его, периодически изменяя направление снятия. Если целиком состав снять не удается, нужно расчалить его, а затем баржи отвести в безопасное место и поставить на якоря. Снимать с мели нужно в первую очередь баржу, которую легче снять.

Буксирный трос нужно закреплять на наиболее удаленной от мели части баржи, чтобы можно было создать наибольший поворачивающий момент и произвести раскачивание баржи.

Мерами, облегчающими снятие с мели, могут служить:

а) подрезка грунта буксирным тросом буксировщика. Буксирный трос относится под корпусом сидящей на мели баржи, а затем натягивается буксировщиком. Буксировщик делает оборот или полуоборот вокруг стоящей на мели баржи, изменяя курс на 15—20° и следуя по прямой до момента прекращения поступательного движения вперед. Способ эффективен на песчаных и илистых грунтах;

б) подмывка грунта движителями буксировщика. Буксировщик швартуется к борту баржи со стороны мели, а затем дает ход вперед, работая машинами 1—2 *час* с таким расчетом, чтобы грунт, размываемый струей от движителей, относился течением. Наиболее эффективно использовать для этой цели маломощные водометные суда. При наличии поблизости земснаряда его также можно использовать с этой целью;

в) паузка, т. е. снятие части груза и погрузка его на другие баржи или на специально используемое для этой цели судно-паузок;

г) повышение уровня воды. Оно может быть использовано на реках или каналах при посадке в нижних бьефах плотин. При этом способе на короткий промежуток времени увеличивают расход воды через плотину, уровень воды повышается, и снятие судна с мели значительно облегчается.

Если сидящее на мели судно нужно снимать в направлении под прямым углом к течению, то для этого применяют два судна, из которых более мощное снимает с мели, а менее мощное удерживает его в нужном положении.

Способы снятия с мели самоходных судов другими судами аналогичны, но во всех случаях стоящее на мели судно также должно своими средствами способствовать усилиям других судов.

§ 4. УПРАВЛЕНИЕ СУДНОМ ПРИ ТРЕВОГЕ «ЧЕЛОВЕК ЗА БОРТОМ»

Спасание жизни и оказание помощи человеку, терпящему бедствие на воде, являются священной обязанностью каждого судоводителя и члена команды.

Выполнение этой благородной задачи требует мужества, настойчивости, оправданного риска и самопожертвования.

Первый член команды, увидевший упавшего за борт человека, должен бросить утопающему спасательный круг и сообщить в рубку о случившемся. Вахтенный штурман для оказания помощи человеку, упавшему за борт, должен немедленно застопорить машину и приказать рулевому переложить руль на тот борт, с которого упал или находится на воде человек, с тем чтобы не задеть человека кормой судна. Одновременно объявляется тревога «Человек за бортом». Если падение человека за борт произошло ночью, включается прожектор для отыскания упавшего. Определив местонахождение упавшего, вахтенный начальник дает ход назад. Подходить близко судном к находящемуся на воде человеку не следует, так как подобным маневром можно ухудшить положение последнего: ударить корпусом, винтом или отбросить струей движителей. На тенте или верхней палубе нужно поставить вахтенного матроса для постоянного наблюдения за человеком на воде. К человеку, находящемуся на воде, шлюпку нужно подводить кормой или носом, так как при подъеме человека через борт шлюпка может накрениться, зачерпнуть воду и опрокинуться.

При падении человека с буксирного судна или состава также сначала сбрасывают спасательные круги. Вахтенный начальник стопорит машину и дает сигнал «Человек за бортом». Если упавшему за борт с буксировщика человеку угрожает движущийся состав, то на буксировщике следует резко изменить курс с целью отвести пыжи барж состава от утопающего и струей от движителей создать снос его в сторону от состава. Одновременно вахта состава принимает все меры по спасанию утопающего.

Во время спасания утопающего с помощью шлюпки состав останавливают.

При падении человека с толкача или толкаемого состава маневрирование рулем и машинами производится так же, как и на одиночном судне.

После подъема человека на борт ему оказывается медицинская помощь. Успех в оказании помощи упавшему за борт в ос-

новном зависит от быстроты оказанной помощи. Поэтому на каждом судне не реже одного раза в месяц должны проводиться учебные тревоги «Человек за бортом», которые нужны для приобретения экипажем судна необходимых навыков по оказанию помощи людям, терпящим бедствия на воде.

Для предупреждения падения людей за борт нельзя допускать забортных работ на ходу судна. Рекомендуется соблюдать правила посадки и высадки пассажиров, строго соблюдать правила поведения пассажиров на судне, поддерживать в исправном состоянии леерное ограждение.

§ 5. УПРАВЛЕНИЕ СУДНОМ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ПОЖАРА

На судах пожары чаще всего возникают в жилых и служебных помещениях, в грузовых трюмах и в машинно-котельном отделении.

Для предотвращения пожаров на судне необходимо строго выполнять правила перевозки огнеопасных грузов, содержать в исправном состоянии электропроводку, топливную систему и молниеотводы, строго соблюдать противопожарный режим.

Для борьбы с пожарами все суда оборудованы противопожарными средствами и инвентарем по установленным нормам. Основными средствами тушения пожара являются химическая или воздушно-механическая пена, пар и углекислота.

Техника тушения пожара включает процесс локализации и ликвидации пожара. Локализация пожара достигается устранением угрозы воспламенения горючих веществ, расположенных вблизи очага пожара, а также путем пресечения распространения очага пожара.

Процесс локализации пожара сочетается со спасанием людей, если их жизни угрожает опасность. В ходе локализации пожара иногда возникает необходимость вскрытия или разборки конструкций корпуса или надстройки.

При возникновении пожара на судне первый обнаруживший его должен немедленно сообщить вахтенному начальнику о месте пожара и приступить к тушению пожара.

Для своевременного обнаружения пожара на судах имеется пожарная сигнализация. При возникновении пожара в помещениях, в рубке на пульте пожарной сигнализации будет дан звуковой и световой сигнал, указывающий место пожара.

Услышав сигнал о пожаре, вахтенный начальник объявляет пожарную тревогу.

Каждый член команды по сигналу пожарной тревоги приступает к выполнению обязанностей по тушению пожара, возложенных на него расписанием «Пожарная тревога».

Капитан судна принимает на себя командование судном. Для уменьшения притока воздуха к месту пожара следует закрыть окна, двери, люки и иллюминаторы, за исключением тех,

которые используются для борьбы с огнем. Кроме того, уменьшают скорость хода и изменяют курс судна так, чтобы место пожара находилось с подветренной стороны. Если пожар возник в носовой части, нужно поставить судно кормой против ветра. При возникновении опасности для людей нужно подвести судно к берегу или мелкому месту. Пассажиров с судна следует эвакуировать.

Если поблизости находятся другие суда, нужно воспользоваться их помощью для тушения пожара и эвакуации людей.

При возникновении на судне пожара во время стоянки у причала или на рейде крупного порта нужно вызвать пожарное судно.

Если пожар возник на составе, необходимо, приступив к тушению пожара, одновременно расчалить состав и отделить горящую баржу.

Подходить к горящему судну нужно с наветренной стороны. При невозможности крепления буксира на кнехтах к концу буксирного троса крепится якорь-кошка, который забрасывают на горящее судно.

Если огнем охвачена бо́льшая часть несамоходного судна и огонь слабо поддается тушению, баржу следует затопить, сделав пробоину в бортовой обшивке корпуса.

Во всех случаях судовая команда должна продолжать тушение пожара до последней возможности.

Команда может покинуть судно по разрешению капитана, когда все средства борьбы с огнем исчерпаны и дальнейшее тушение пожара невозможно. При этом на пароходах гасят топки котлов, спускают пар из котлов и выключают насосы, питающие котел водой.

§ 6. УПРАВЛЕНИЕ СУДНОМ, ПОЛУЧИВШИМ ПОВРЕЖДЕНИЕ КОРПУСА

Основные виды повреждений корпуса судна

Причинами повреждения корпуса являются столкновения судов, посадки на мель, удары о грунт при прохождении мелководных участков на большой скорости, удары о лед, карчи, топляки, утерянные лоты, якоря, навалы и удары о суда, гидротехнические сооружения и берега при маневрировании.

В результате столкновений, посадок на мель, ударов и навалов часто возникают следующие повреждения корпуса судна.

1. Гофрировка и проломы корпуса в районе носовой части. Это повреждение при столкновении судов сопровождается проломами и распространяется от днища до палубы судна. При посадках на мель корпус в районе днища гофрируется, а в случаях посадки на твердые грунты возникают вмятины и проломы. Удары о гидротехнические сооружения, причалы и шлюзы со-

провождаются вмятинами, гофрированием и проломами корпуса обычно выше ватерлиний. При плавании во льдах гофрировка возникает в районе ватерлинии.

2. Гофрировка и проломы корпуса в районе кормовой части. Этот вид повреждений чаще наблюдается в результате ударов о грунт во время прохождения мелководных участков и часто сопровождается повреждением рулевого устройства и винтов. При посадках на мель буксирных составов кормовая часть баржи переднего счала, севшего на мель, повреждается форштевнем сзади идущей баржи.

3. Гофрировка и проломы корпуса по бортам. Эти повреждения происходят от столкновений судов и навалов на гидротехнические сооружения или суда. Обычно вмятины и гофрировка возникают выше ватерлинии. При этом возможно появление трещин, распространяющихся ниже ватерлинии.

Управление судном при повреждении корпуса и устранение повреждений

После удара, навала или столкновения вахтенный начальник должен остановить судно и осмотреть его корпус. Если удар произошел в кормовой части, то прежде всего следует проверить состояние рулей и движителей.

Если после удара судно с поворотными насадками потеряло управляемость и резко уклоняется в опасную сторону, нужно дать задний ход. При наличии раздельного управления насадками необходимо перейти на управление неповрежденной насадкой и остановить машину, работающую с неисправной насадкой. Если обнаружен пролом или пробоина корпуса и поступление воды в корпус судна, следует объявить «Водяную тревогу». Курс изменяют в сторону мелкого места и включают в действие водоотливные средства.

Команда судна, согласно расписанию по «Водяной тревоге», приступает к заделке пробоины.

Если после включения водоотливных средств уровень воды в корпусе продолжает увеличиваться и судну угрожает затопление, нужно принять все меры к постановке судна на мель. При отсутствии угрозы затопления для заделки пробоины судно ставят на якорь в местах с небольшими глубинами.

Для ликвидации течи силами экипажа каждое судно снабжают специальным инвентарем по нормам Речного Регистра.

Небольшие пробоины можно заделать деревянной пробкой, обмотанной смоляной паклей или ветошью с суриком, или же с помощью деревянного щита, прижатого к пробоине крючковыми болтами.

Пробоины крупных размеров в большинстве случаев можно заделать только после постановки пластыря и осушения трюма.

ГЛАВА X

УПРАВЛЕНИЕ СУДАМИ ПРИ ПЛАВАНИИ В ЛЕДОВЫХ УСЛОВИЯХ И ЗИМНИЙ ОТСТОЙ

§ 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ ЛЕДОВОГО ПЛАВАНИЯ

Плавание в ледовых условиях осложняется тем, что судоводитель, выбирая курс, должен маневрировать между льдинами. Плавучая обстановка в этот период отсутствует. Поэтому плавание в ледовых условиях требует от судоводителя хороших знаний специальной лоции и маневренных качеств судна.

Шлюзованные реки и каналы замерзают на 5—10 дней раньше, чем свободные реки, где имеется течение. На шлюзованных каналах с появлением ледостава осложняется работа шлюзов, и, поэтому они выходят из эксплуатации раньше, чем лед в канале становится непроходимым для судов транспортного флота.

Водохранилища и озера замерзают позднее, чем впадающие в них реки.

Осенний лед обладает большой прочностью. Крепость льда зависит от температуры воздуха. Например, при температуре воздуха минус 9° лед пресной воды достигает прочности кирпича.

Осенний лед обычно прочнее весеннего. Снежный покров на льду значительно затрудняет продвижение.

Резкие колебания уровня воды являются одним из важных условий ледового плавания. На реках во время ледохода в штилевую погоду движение льда происходит обычно по стрежневой части реки. Вблизи берегов с прижимным течением часто нагромождаются торосы. На водохранилищах движение льда происходит в основном под воздействием ветра. Лед скапливается на отдельных участках водохранилища. Период плавания во льдах характеризуется большим количеством осадков, частыми туманами и темными ночами, поэтому большую помощь в это время может оказать судоводителю радиолокатор.

§ 2. ПОДГОТОВКА СУДОВ К ПЛАВАНИЮ ВО ЛЬДАХ

Перед выходом судна в плавание во льдах тщательно проверяются состояние носовой части корпуса, винты и рулевое устройство.

Если штевни и набор корпуса в носовой части недостаточно прочны, их нужно подкрепить.

Современные транспортные суда имеют прочный ледовой пояс и могут совершать плавание в ледовых условиях без дополнительного подкрепления корпусов.

Учитывая сложность ориентировки при плавании во льдах, необходимо до выхода в плавание тщательно проверить и привести в состояние готовности навигационные приборы (компас, радиолокатор, эхолот), а также все водоотливные средства.

Особенности загрузки судна и формирования составов при плавании во льдах

Сохранность грузов при плавании во льдах во многом зависит от правильной загрузки судна и формирования составов.

Груз в носовых трюмах размещают с учетом возможности быстрого доступа к месту повреждения. Между бортом судна и грузом на судах со слабым корпусом следует оставить проход шириной около 1 *м*. При погрузке груза создают небольшой дифферент на корму для уменьшения возможности повреждения льдом рулей и винтов. Металлические баржи отбираются для работы в период ледохода или ледостава из числа имеющих ложкообразное очертание носовой части. Из числа буксирных судов и толкачей отбираются наиболее мощные винтовые суда с прочными корпусами.

Составы для плавания в ледовых условиях формируют в кильватер и буксируют на коротком тросе, так как кильватерный след за буксировщиком по мере удаления от кормы затягивается льдом. В голову состава ставят наиболее прочную баржу. При буксировке судов пыжами наружные борта барж испытывают большие силы трения. При движении на реках в промежутке между баржами скапливаются лед, снежница и шуга. Снежница прилипает к корпусу судна, увеличивает осадку и на перекатах может привести к посадке на мель. Тонкий лед быстро изнашивает подвороты барж, и в течение непродолжительного периода движения они могут быть прорезаны льдом. Проходимость во льдах двухпыжевого состава более затруднительна, чем однопыжевого.

§ 3. УПРАВЛЕНИЕ СУДНОМ ПРИ ПЛАВАНИИ ВО ЛЬДАХ

Имея предварительные данные о ледовых условиях района плавания, судоводитель должен вести судно наикратчайшим и безопасным путем. При приближении к кромке льда, во избе-

жание пролома корпуса, нужно уменьшить ход. Входить в лед и избирать курс нужно после тщательного обследования льда, определения направления ветра и течения. При избрании курса вблизи берегов с прижимным течением или у подветренного берега на шлюзованных реках и водохранилищах канал, проделываемый судном при движении в сплошном льду, быстро заносится льдом, что ограничивает проходимость во льдах. Судоводитель не имеет возможности при затирании льдом дать судну задний ход, отойти назад, а затем развить скорость переднего хода. Кроме того, возможен сдвиг всей массы льда под действием течения или ветра и снос судна вместе со льдом за линию судового хода. Курс судна в этом случае следует выбирать ближе к выпуклому берегу при движении на реках с течением и ближе к наветренной стороне судового хода при движении на шлюзованной реке, водохранилище или озере. Отдельно плавающие льдины целесообразно обходить. Входить в кромку льда нужно под углом, близким к прямому по отношению к кромке.

При входе под острым углом удар в кромку приводит к скольжению судна вдоль кромки льда. При заходе в кромку льда на большой скорости под острым углом можно прорезать обшивку корпуса.

Винты при движении и маневрировании во льдах большей частью повреждаются в случаях, когда судно находится в движении при остопоренном винте. Поэтому реверсы машин при движении во льду нужно производить быстро.

Во время маневрирования во льдах во избежание поломки рулей, винтов и проломов корпуса необходимо придерживаться следующих правил.

1. При пуске движителей на задний ход руль нужно ставить в положение «прямо» до момента, пока судно получит передний ход после нового реверса.

2. Если столкновение со льдом неизбежно, то удар следует принимать форштевнем.

3. Делая повороты в тяжелых льдах, нужно воздерживаться от крутых поворотов, не допускать ударов кормой о лед.

4. При движении в сплошном льду не рекомендуется прибегать к частым перекладкам руля.

5. После остановки судна и машин во льду нужно предварительно освободить корму от обломков льда, поработав машинами малым ходом, и только после этого можно дать полный ход и перекладывать руль.

При проходе сплошного льда нужно следить за тем, чтобы судно не заклинилось. Мерой предотвращения заклинивания является своевременное гашение инерции судна работой движителей на полный задний ход.

Если после работы движителей на полный задний ход судно остается неподвижным, нужно раскачать его при помощи руля.

Остающееся неподвижным судно при невозможности получить постороннюю помощь для освобождения от заклинивания может быть освобождено применением ледового якоря. Для этого нужно с носа судна в направлении кормы завести ледовый якорь, отличающийся от обычного меньшим весом и тем, что имеет одну лапу, которой якорь закладывают вручную в лунку, проделанную во льду. После закладки выбирают брашпилем трос с одновременной работой машин на задний ход. Судно трогается с места и освобождается от заклинивания. Иногда применяют околку молодого льда вокруг судна.

При резком похолодании часть судов речного флота не успевает прибыть к месту зимнего отстоя до появления льда. В таких случаях суда группируются в караваны. Число судов в караване иногда достигает десяти и более. Обычно проводкой каравана судов руководит капитан-наставник. Успех проводки каравана во многом зависит от правильного походного расположения судов в караване и организационных мероприятий. Наиболее мощные суда с прочными корпусами ставятся в голову каравана. Суда малой мощности ставят в конце каравана. При большом числе судов более мощные из них ставятся в голову и середину каравана. Действия каждого капитана судна в данном случае должны быть подчинены интересам успешной проводки всего каравана. Поэтому судоводители должны строго выполнять назначенные интервалы движения и не покидать назначенных мест. На караване должна быть установлена постоянная радиосвязь, позволяющая своевременно оказать помощь любому судну, запросившему о ней.

Для достижения большей скорости движения каравана головное судно периодически заменяется.

Головное судно должно регулировать скорость своего движения таким образом, чтобы не допускать больших интервалов между судами. Необходимо учитывать, что отставание судна, находящегося в конце каравана, приводит к тому, что его скорость с течением времени все больше уменьшается. Канал, проделанный во льду идущими впереди судами, быстро заполняется льдом. Это также может вызвать задержку в передвижении каравана для оказания помощи сзади идущему судну.

Нельзя назначать и слишком плотный строй каравана. Внезапное затирание во льдах головного судна может вызвать столкновение судов, так как сзади идущее судно не успеет погасить инерцию. Если судно затирается льдом и его скорость резко уменьшается, оно подает сигнал «Предупреждение». Идущее сзади судно, двигаясь в редком льду, должно переложить руль в сторону того борта, где лед имеет меньшую прочность, чтобы выйти из кильватерного следа впереди идущего судна, и затем дать полный ход назад.

§ 4. ПРОВОДКА СУДОВ ВО ЛЬДАХ С ПОМОЩЬЮ ЛЕДОКОЛА

Речной флот СССР имеет мощные ледоколы, обладающие большой проходимостью во льдах.

Ледоколы предназначены для формирования составов, окольки судов, буксировки проводимых судов, доставки снабжения, людей и т. п. в условиях ледового плавания. Одной из разновидностей ледоколов являются ледорезы, которые, в отличие от ледоколов, воздействующих на лед силой тяжести своего корпуса, врезаются в лед подобно клину.

Если лед непрочен, ледокол ломает его сначала форштевнем, затем ломает и раздвигает скулами и более широкой частью корпуса. На прочный лед ледокол заходит носовой частью и продавливает его корпусом.

Если после входа в лед скорость ледокола начнет резко уменьшаться, надо дать ход назад и поставить руль в положение «прямо». Во время прохождения тяжелых льдов от ударов корпусом лед крошится и из осколков льда образуется «подушка», которая смягчает последующие удары. В этих случаях нужно, изменяя курс, производить удары в разных направлениях.

При проводке судов в прочном льду, покрытом снегом, иногда недостаточно канала, образовавшегося после одного прохода ледокола. В таких случаях для расширения канала ледокол должен пройти по нему два и три раза, прежде чем появится возможность движения по нему за ледоколом судов.

Ледокол может расширять канал несколькими способами. Наиболее распространен способ расширения канала в тяжелых льдах «елочкой», который следует применять в случаях, когда ледокол не имеет возможности двигаться непрерывно. Работая попеременными ударами под углом к трассе канала около 45°, как показано на рис. 165, ледокол расширяет канал до необходимых размеров.

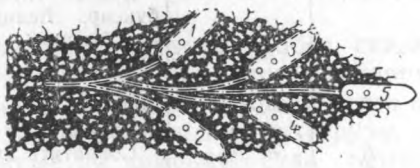


Рис. 165. Расширение канала «елочкой»

Порядок следования судов один за другим при проводке каравана назначается капитаном ледокола: впереди идет ледокол, за ним судно с менее прочным корпусом и меньшей мощностью машин или порожнее судно, далее судно большей мощности и т. д. При наличии двух ледоколов второй, меньшей мощности, ставится в середину каравана. Чем меньше скорость движения каравана, тем меньше должен быть интервал между судами. При затирании во льдах идущего за ледоколом самоходного судна или при проводке несамоходных судов ледокол берет их на короткий буксир или буксирует за кормой вплотную. При этом на самоходном судне нужно всегда быть готовым к работе

машин на задний ход в случае затирания ледокола льдом и остановки.

При затирании ледокола льдом дают машинам полный задний ход, раскачивают ледокол с помощью руля или с помощью балластных бортовых цистерн путем создания крена последовательно на левый и правый борт, иногда применяют ледовый якорь.

Для связи ледокола с судами правилами для судов, проводимых ледоколами через лед, установлены сигналы, приведенные в табл. 14.

Таблица 14

№ сигнала	Сигнал	Значение сигналов	
		с ведущего ледокола	с ведомого судна
1	— — .	Иду вперед, следуйте за мной	Иду вперед, следую за ледоколом
2	— .	Уменьшите ваш ход	Уменьшаю ход
3	. . .	Дайте полный ход назад	Даю полный ход назад
4	— —	Не следуйте за мной, остановитесь	Останавливаюсь
5	. . . . .	Застрял во льду, внимание	Застрял во льду, внимание
6	. — . —	Будьте готовы принять буксир. Если судно идет на буксире, то «Отдайте буксир».	Готов принять буксир. «Буксир отдаю»
7	— . — .	Идите вперед, следуйте по каналу	Иду вперед, следую по каналу
8	. — — —	Сократите интервал	Сокращаю интервал
9	— — —	Следуйте по назначению	Следую по назначению
10	. — .	Слушайте радио	Слушаю радио
11	— . . —	Внимание, следите за сигналами	Внимание, слежу за сигналами
12	. — — .	Стоять на якоре	Становлюсь на якорь
13	— — — — —	Приостановка работ до утра или более благоприятных условий. Во время остановки до возобновления работ означает «приготовиться»	Исполняю
14	.	Иду вправо	Иду вправо
15	. .	Иду влево	Иду влево

Эти сигналы до начала проводки должны знать капитаны проводимых судов.

§ 5. РАССТАНОВКА СУДОВ НА ЗИМОВКУ И ОХРАНА ИХ ОТ ЛЕДОХОДА

Суда, подведомственные Министерству речного флота, ставятся на зимний отстой, как правило, на акватории судоремонтных заводов, ремонтно-эксплуатационных баз (РЭБ). В редких случаях суда зимуют в случайных пунктах в плесе. Тогда выбирают защищенные от ледохода места: в устьях небольших рек, за рынком гор и другие.

Перед расстановкой судов на зимовку составляют план расстановки судов в затоне. План согласовывается с судоходной инспекцией и органами пожарной охраны. В плане предусматривается подготовка судов к зимовке, место стоянки, а также порядок и очередность ввода и постановки судов на зимний отстой.

Расстановкой судов на зимний отстой руководит караванный капитан, назначаемый из числа наиболее опытных капитанов судов, зимующих в затоне. При составлении плана учитывается объем и характер предстоящих ремонтных работ и расположение цехов судоремонтного завода с целью приблизить суда к цехам, на которые планируется больший объем ремонтных работ.

Суда в затонах устанавливают в линии. Линии составляются из группы судов одного типа. Во время расстановки судов одно буксирное судно или толкач в затоне назначается дежурным. Дежурное судно расстанавливает суда и обеспечивает охрану их в противопожарном отношении.

Суда, нуждающиеся в производстве грузовых работ, ставят ближе к берегу. Суда, перевозящие огнеопасные грузы наливом, ставят в отдельные затоны, при постановке же в общий затон их ставят возможно дальше от судов, перевозивших сухогрузы, и пассажирских судов. Поставленные на зимовку суда прочно швартуют к берегу, на расстоянии от него, обеспечивающем безопасность стоянки с учетом колебаний уровня воды в затоне.

До постановки в затон на место зимней стоянки на каждом судне должна быть произведена зачистка корпуса от воды, мусора, масел и остатков топлива.

Наиболее ценный инвентарь сдается для хранения на склад ремонтно-эксплуатационной базы.

До спуска пара и консервации паровых машин и двигателей внутреннего сгорания производится испытание водяной пожарной магистрали. После испытаний проверяют, полностью ли удалена вода из шлангов и насосов. После зачистки РЭБ принимает судно для ремонта, о чем составляется акт. Проживание команд и разведение огня с этого момента запрещаются. В дальнейшем для проведения ремонтных работ с применением огня (сварка, резка металла и т. д.) необходимо получить письменное разрешение от администрации РЭБа и пожарной охраны.

Администрация РЭБа совместно с караванным капитаном и представителем ВОХРа устанавливает правила противопожарной безопасности и доводят их до сведения экипажей судов. На зимующем караване судов устанавливается круглосуточное дежурство.

Охрана судов от ледохода

Чтобы предохранить зимующие суда от ледохода, акватории мест зимовок должны быть надежно защищены от движения льда. Если затон не защищен естественным высоким берегом или рынком тор, устраивают специальные льдозащитные устройства или до начала ледохода с помощью ледоколов суда из затона переводят в ближайшее укрытие.

Одним из способов защиты от ледохода мест постоянных зимовок флота является устройство ледорезов. Ледорезы изготовляют из бревен и досок, с оковкой железом острой части ледореза, обращенной против течения. Иногда для защиты судов от ледохода устраивают ледовую дамбу.

Приложение 1

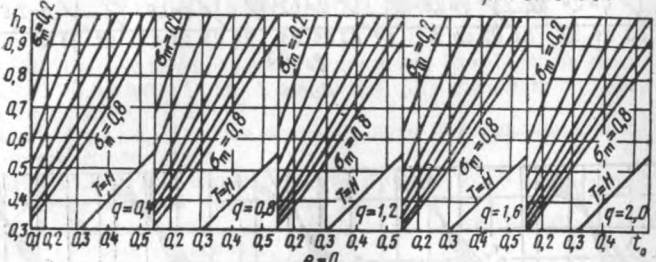


Рис. 1

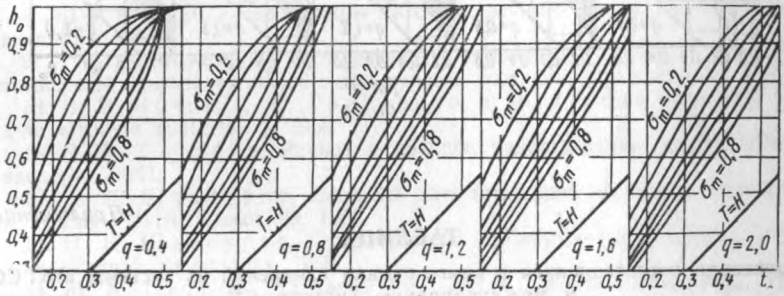


Рис. 2

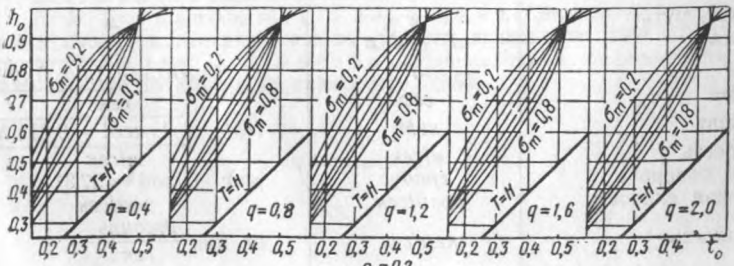


Рис. 3

Администрация РЭБа совместно с караванным капитаном и представителем ВОХРа устанавливает правила противопожарной безопасности и доводят их до сведения экипажей судов. На зимующем караване судов устанавливается круглосуточное дежурство.

Охрана судов от ледохода

Чтобы предохранить зимующие суда от ледохода, акватории мест зимовок должны быть надежно защищены от движения льда. Если затон не защищен естественным высоким берегом или рынком гор, устраивают специальные льдозащитные устройства или до начала ледохода с помощью ледоколов суда из затона переводят в ближайшее укрытие.

Одним из способов защиты от ледохода мест постоянных зимовок флота является устройство ледорезов. Ледорезы изготовляют из бревен и досок, с оковкой железом острой части ледореза, обращенной против течения. Иногда для защиты судов от ледохода устраивают ледовую дамбу.

Приложение 1

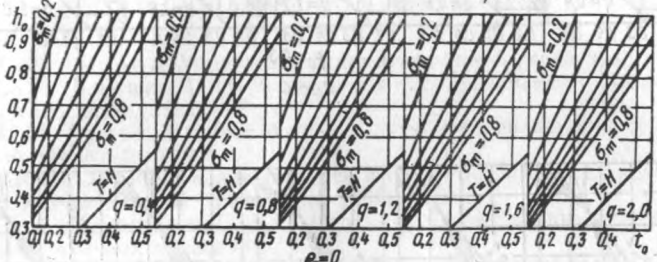


Рис. 1

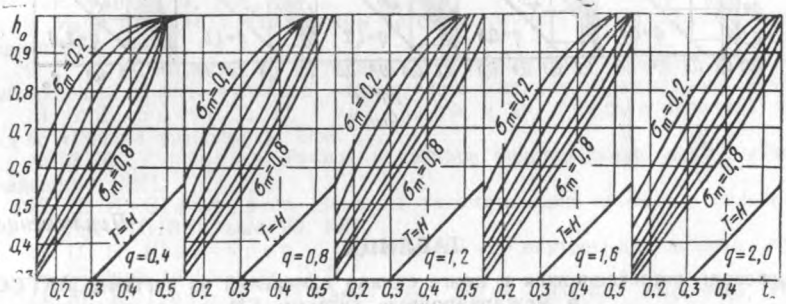


Рис. 2

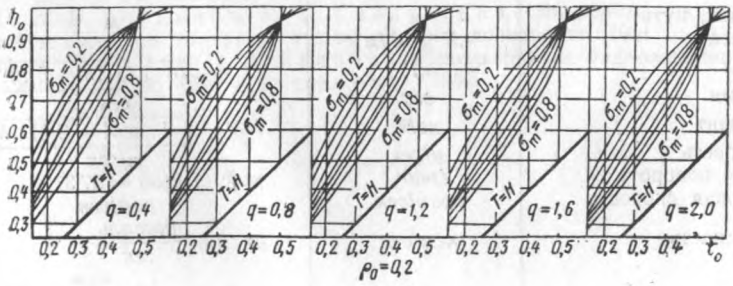


Рис. 3

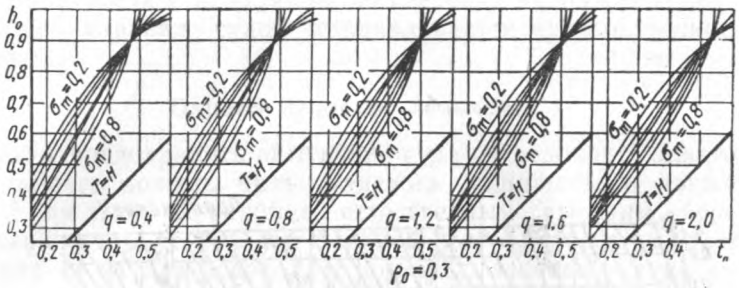


Рис. 4

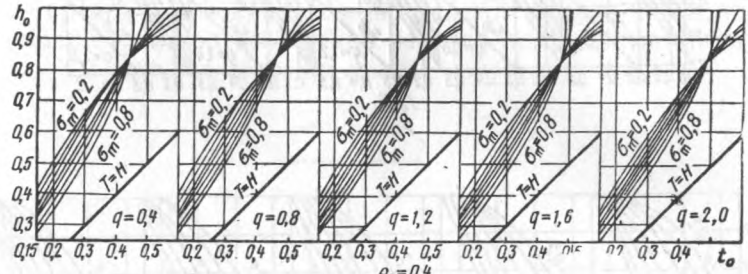


Рис. 5

Приложение 2

ТАБЛИЦА

перевода встречающихся в книге единиц измерений из системы МКГСС в международную систему СИ

Наименование величины	МКГСС	СИ
Длина, путь	*м*	*м*
Масса	*кГ сек²/м*	*кг*
Сила	*кГ*	*Н* (ньютон) $\boxed{1н = 0{,}102\ кг}$
Время	*сек*	*сек*
Момент	*кгМ*	*НМ* $\boxed{1\ кгМ = 9{,}81 НМ}$
Скорость	*м/сек*	*м/сек*
Угол поворота	*градус*	*рад*; 1 *рад* = 57,3°
Угловая скорость	*град/сек*	*рад/сек*
Мощность	*кгм/сек*	*вт* или $\frac{джоуль}{сек}$
		1 *л. с.* = 75 $\frac{кгм}{сек}$ = 736 *вт*

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. В. Аносов, Управление судами, изд-во «Морской транспорт», 1961.
2. А. М. Басин, В. Н. Анфимов, Гидродинамика судна, изд-во «Речной транспорт», 1962.
3. А. М. Гусев, Влияние ветра на путь и управляемость судна, изд-во «Морской транспорт», 1954.
4. МРФ РСФСР, Правила плавания по внутренним и судоходным путям РСФСР, изд-во «Речной транспорт», 1963.
5. В. П. Миронов, Г. М. Текучев, Судовождение способом толкания, изд-во «Речной транспорт», 1956.
6. С. Б. Ольшамовский, Вопросы судовождения на внутренних водных путях. Труды ГИИВТа, вып. 41, 1962.
7. В. Н. Родионов, Судовождение на внутренних водных путях, изд-во «Речной транспорт», 1957.
8. МРФ РСФСР, Устав службы на судах речного флота, изд-во «Водный транспорт», 1953.
9. Г. В. Павленко, Методическое руководство по определению наивыгоднейшей трассы судового хода речных составов, Новосибирск, 1961.
10. В. В. Бочек, С. Н. Григорьев и др., Морская практика, ч. II, изд-во «Речной транспорт», 1959.
11. В. Ф. Саратов, Речное и озерное судовождение, изд-во «Речной транспорт», 1961.
12. П. Н. Шанчуров, Вопросы автоматизации процессов судовождения, Труды ГИИВТа, вып. 39, 1962.
13. П. Н. Шанчуров, Судовождение на внутренних водных путях, изд-во «Речной транспорт», 1959.
14. М. К. Петров, Плавание во льдах, изд-во «Морской транспорт», 1955.
15. Труды ЦНИИЭВТ, вып. XXVI, 1962.
16. В. И. Быков, Ю. И. Никитенко, Фазовая радионавигационная система «Декка-Навигатор», 1961.
17. В. Г. Полуэктов, Управление судами на подводных крыльях, 1962.
18. Б. В. Богданов, М. Г. Галковская, Секционные составы для вождения способом толкания, изд-во «Речной транспорт», 1961.
19. А. Г. Гамов, Н. В. Аверbах, Использование радиолокации в судовождении, изд-во «Морской транспорт», 1960.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Введение 3

Глава I. **Современные методы судовождения** 5

§ 1. Основные задачи судовождения 5
§ 2. Глазомерный метод судовождения 6
§ 3. Использование приборов ночного видения . . . 8
§ 4. Радиолокационно-глазомерный метод судовождения . . 9
§ 5. Глазомерно-навигационный метод судовождения . . 10
§ 6. Автоматическое управление судном на прямолинейном участке с помощью авторулевого типа «Свирь» . . . 12
§ 7. Радио- и электронавигационные методы судовождения . 13
§ 8. Использование прибора «Указатель маневров при ветре» 16

Глава II. **Маневрирование и маневренные качества судна** . . . 20

§ 1. Классификация маневров 20
§ 2. Понятие о маневренных качествах судна 21
§ 3. Классификация средств, обеспечивающих управляемость 21
§ 4. Силы, действующие на судно при перекладке руля . . 26
§ 5. Циркуляция и ее значение при выполнении маневров . . 28
§ 6. Угол дрейфа и наивыгоднейший угол перекладки руля . 31
§ 7. Действие руля при работе движителей на задний ход . 33
§ 8. Маневрирование при одновременной работе движителей на передний и задний ход 34
§ 9. Влияние движителей на управляемость судна . . . 36
§ 10. Особенности управляемости и маневрирования судами с поворотными насадками 41
§ 11. Особенности поворотливости и маневрирования судами с подруливающими устройствами 45
§ 12. Влияние крена, дифферента и обводов корпуса на управляемость судов 48
§ 13. Влияние ветра на управляемость и маневрирование судами 48
§ 14. Влияние волнения, течения и мелководья на управляемость судна 51
§ 15. Ходкость и маневрирование судами 52
§ 16. Выбор скорости при движении по мелководью . . . 54
§ 17. Инерционные свойства судов и маневрирование . . 55

Глава III. **Управление одиночными самоходными судами** . . . 58

§ 1. Управление судами при производстве оборотов . . 58
§ 2. Управление судами при постановке на якорь и снятии с якоря 64
§ 3. Управление судном при отвалах 70
§ 4. Управление судном при привалах 77
§ 5. Управление судами при движении в плесовых участках 89
§ 6. Управление судами при движении через перекаты . . 92
§ 7. Управление судном на криволинейных участках рек . . 96

Стр.
§ 8. Управление судами в крутых поворотах реки . . . 98
§ 9. Управление судами при прохождении узкостей и мест с неправильными течениями 99
§ 10. Управление судном при движении под мостами . . 101
§ 11. Управление судами при встрече и обгоне 103
§ 12. Управление судами на подводных крыльях . . . 108
§ 13. Управление шлюпкой 115

Глава IV. **Судовождение способом толкания** 118
§ 1. Развитие толкания судов в речных бассейнах Советского Союза 118
§ 2. Формирование, учалка и виды толкаемых составов . . 120
§ 3. Маневренные качества толкаемых составов 125
§ 4. Подготовка к рейсам толкача и состава. Отправление в рейс и обороты с толкаемым составом 128
§ 5. Управление толкаемыми составами в плесовых участках . 134
§ 6. Управление толкаемыми составами при движении через перекаты 141

Глава V. **Управление буксируемыми составами** 147
§ 1. Краткий обзор способов буксировки судов 147
§ 2. Влияние буксирных устройств на управляемость состава 149
§ 3. Формирование буксируемых составов, их виды и учалка . 154
§ 4. Формирование состава из судов технического флота . . 162
§ 5. Отправление буксировщика в рейс и обороты с составом 164
§ 6. Управление составом в плесовых участках 170
§ 7. Управление составом при прохождении крутых колен . 173
§ 8. Управление составом при проводке через перекаты . . 176
§ 9. Управление составом при движении под мост . . . 181
§ 10. Постановка состава на якоря 186
§ 11. Передача состава другому буксировщику 189
§ 12. Подводка барж состава к причалу 192

Глава VI. **Буксировка плотов** 193
§ 1. Основные требования, предъявляемые к плоту . . . 194
§ 2. Факторы, влияющие на управляемость плота, и основные особенности управления плотами 196
§ 3. Прием плота к буксировке и отправление в рейс . . 197
§ 4. Управление плотом на прямолинейных и криволинейных плесовых участках 203
§ 5. Особенности управления плотами 206
§ 6. Остановка плота и окончание рейса 209

Глава VII. **Управление судами и составами на водохранилищах и каналах** 212
§ 1. Характеристика условий плавания и управления судами на водохранилищах 212
§ 2. Управление судном во время шторма 215
§ 3. Управление судами в каналах 216
§ 4. Управление судами при проходе через шлюзы . . . 221
§ 5. Управление буксирными судами при проводке составов через шлюзы 224

Глава VIII. **Управление судами при неудовлетворительной видимости** 229
§ 1. Подготовка к плаванию в условиях неудовлетворительной видимости 229
§ 2. Значение тактико-технических данных радиолокатора при управлении судами и составами 230

Стр.

§ 3. Изображение различных объектов на экране РЛС . . 231
§ 4. Управление судами при неудовлетворительной видимости . 236
§ 5. Проводка судна с помощью береговой РЛС . . . 240

Глава IX. **Управление судами при чрезвычайных обстоятельствах** 242

§ 1. Снятие судов и составов с мели 242
§ 2. Расчеты по выбору способа снятия судна с мели . . 244
§ 3. Способы снятия судна с мели 246
§ 4. Управление судном при тревоге «Человек за бортом» . 251
§ 5. Управление судном при возникновении пожара . . . 252
§ 6. Управление судном, получившим повреждение корпуса 253

Глава X. **Управление судами при плавании в ледовых условиях и зимний отстой** 255

§ 1. Общая характеристика условий ледового плавания . . 255
§ 2. Подготовка судов к плаванию во льдах 256
§ 3. Управление судном при плавании во льдах . . . 256
§ 4. Проводка судов во льдах с помощью ледокола . . . 259
§ 5. Расстановка судов на зимовку и охрана их от ледохода . 261

Приложения: 1, 2 263

Список использованной литературы 265

Автор
ОЛЬШАМОВСКИЙ СЕРГЕЙ БОРИСОВИЧ

Судовождение на внутренних водных путях

Редакторы: *Лобанов Е. М., Честнов Е. И.*
Техн. редактор *Бодрова В. А.*
Корректоры: *Садикова Л. С.* и *Гурвич С. А.*

Сдано в набор 30/XI—1964 г. Подп. к печ. 18/II 1965 г.
Т-00167 Бумага 60×90¹/₁₆—8,38 б. л. —16,75 п. л.=16,14 уч.-изд. л.
Изд. № УТ—2603—Р Тираж 10 000 Цена 66 к. Заказ 1328

Изд-во «Транспорт» Москва, Басманный туп., 6-а
Моск. тип. № 33 Главполиграфпрома, Кожевническая ул., д. 1б