

## ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРТА

## § 14. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

После выбора технологической схемы прохождения грузов (и пассажиров) через порт его основные составные элементы подвергают расчету. Рассчитываемыми непосредственно по заданному грузообороту характеристиками элементов порта являются: 1) длина причальной линии; 2) размеры акватории; 3) глубины порта; 4) размеры складов; 5) количество прикордонных и тыловых железнодорожных путей.

Размеры портовой территории определяются в процессе компоновки порта, исходя из условия удобного размещения в плане всего основного и вспомогательного оборудования порта, зданий и сооружений. Нормальная ширина основной части территории, непосредственно примыкающей к причалам, в зависимости от вида грузов и технологических схем их обработки колеблется в пределах 120—250 м. Недостаточная ширина этой оперативной полосы территории порта создает значительные эксплуатационные затруднения и снижает пропускную способность причалов. Характерными примерами в этом отношении являются Новосибирский, Ростовский и Московский Северный порты, где ширина отдельных участков оперативной территории менее 50 м.

## § 15. ДЛИНА ПРИЧАЛЬНОГО ФРОНТА

Причальная линия порта состоит из отдельных прямолинейных участков берега. Если прежде основные причалы выполняли сплошными по длине, то за последнее время, в связи с появлением стационарных высокопроизводительных перегрузочных машин, нередко причалы делают в виде отдельных опор (бычки, кусты свай) при откосном креплении берега.

Общая длина причального фронта  $L_{пр}$  — это отчетная характеристика и представляет собой сумму длин причальных линий, отдельных районов или причалов, предназначенных для переработки самых различных грузов ( $L_{пр} = \sum l_{пр}$ ). При проектировании рассматриваются отдельно не только грузы различной категории, но и различные по характеру перевозок, направлению движения, по типам судов, на которых они перевозятся, и т. д. Расчет ведется отдельно для каждой выделенной, в соответствии с приведен-

ной ранее классификацией, доли грузооборота и лишь после определения количества причалов рассматривается целесообразность совмещения однородных грузов на причалах. Так, например, могут совмещаться различные категории штучных грузов, перевозимых на разных судах в разных направлениях, или различные категории навалочных грузов (минерально-строительные материалы и руда, уголь и руда) и т. д.

Необходимая для перегрузки груза данной категории длина причального фронта  $l_{пр}$  определяется в зависимости от длины расчетного судна  $L_r$  и полученного по расчету числа причалов  $x_{пр}$  по формуле

$$l_{пр} = x_{пр}(L_r + d), \quad (48)$$

где  $d$  — разрыв между судами, м.

В зависимости от длины и типа судна, от профиля или типа причального сооружения Нормы технологического проектирования предусматривают целую сетку величин разрывов  $d$  между судами — от 10 до 25 м.

В целях уменьшения общей длины причальной линии, если это возможно, концевые причалы делаются неполной длины (рис. 42, а).

Отдельно стоящие причалы также могут иметь уменьшенную длину (рис. 42, б и в).

Наконец, нефтяные отдельно стоящие причалы могут иметь основную часть, обеспечивающую размещение технологического оборудования, минимальной длины. В этом случае для швартовки судов устраиваются специальные палы, не связанные с основной конструкцией причала (рис. 42, г).

В некоторых случаях приходится, наоборот, увеличивать длину причала. Так, например, если предусматривается передвижка судна в процессе перегрузочных работ, то при расчете длины причала в формуле (48) к длине судна  $L_r$  следует добавить и величину передвижки  $l_{дв}$ . Иногда удлинение причальной линии может быть продиктовано и компоновочными соображениями (размещение складов требуемой длины, подход железнодорожных прикормонных путей на концевом причале).

При перспективном проектировании число причалов определяют по зависимости

$$x_{пр} = \frac{(q_{сут})_р}{P_{сут}}, \quad (49)$$

где  $(q_{сут})_р$  — расчетный суточный грузооборот, полученный по формуле (3);

$P_{сут}$  — пропускная способность одного причала в сутки, определенная по формуле (8).

В некоторых случаях, при предварительных расчетах,  $P_{сут}$  принимается на основании утвержденных для конкретных портов судо-суточных норм. Так как эти нормы характеризуют современное состояние портов (как в части его оборудования, так и в ча-

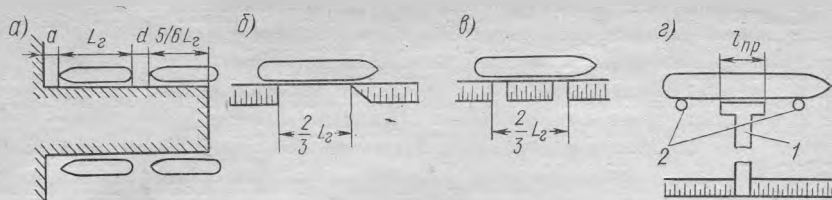


Рис. 42. Схемы размещения причалов:

*a* — на пирсе; *б* — у сплошной набережной; *в* — у отдельных бычков; *г* — у отдельного нефтяного причала; *1* — причальная часть с перегрузочным оборудованием; *2* — палы

сти организации перегрузочных работ), то их использование на перспективу создает некоторые запасы.

При оперативном планировании работы порта, когда имеется график прихода судов в порт, удобно пользоваться для определения числа причалов зависимостью

$$x_{\text{пр}} = \frac{t_{\text{гр}} + t_{\text{всп}}}{0,85 t k_{\text{мет}} (t_{\text{и}})_{\text{min}}} \quad (50)$$

где  $(t_{\text{и}})_{\text{min}}$  — минимальный интервал между прибытием судов, подлежащих обработке у рассчитываемых причалов, сут.

На первый взгляд отсутствует какая-либо связь между формулами (49) и (50). Однако при расшифровке формулы (50) видно, что она полностью соответствует зависимости (49):

$$(t_{\text{и}})_{\text{min}} = \frac{N_{\text{нав}}}{k_{\text{неп}} N_{\text{с}}}$$

где  $N_{\text{с}}$  — число судов, определяемое по формуле (19).

В свою очередь из формулы (6) можно получить:

$$P_{\text{гр}} k_{\text{г}} = t_{\text{гр}} x_{\text{м}} p_{\text{ч}}.$$

Подставляя последовательно все величины в формулу (50) получим:

$$x_{\text{пр}} = \frac{(t_{\text{гр}} + t_{\text{всп}}) Q_{\text{год}} k_{\text{неп}}}{0,85 t_{\text{гр}} x_{\text{м}} p_{\text{ч}} N_{\text{нав}} t k_{\text{мет}}}.$$

Учитывая зависимости (3), (5) и (8), получаем, что  $x_{\text{пр}} = \frac{(q_{\text{сут}})_{\text{р}}}{P_{\text{сут}}}$  т. е. формулу (49). В общем случае в формулу (50) вводится коэффициент 0,85, природа которого пояснялась при оценке пропускной способности причала. Очевидно, что при оперативном планировании, в зависимости от конкретных условий, этот коэффициент может быть повышен или даже исключен.

Если на причалах совмещается перегрузка различных грузов, то число причалов увеличивается: на 10% — при двух видах грузов, на 20% — при трех и на 30% — при четырех видах груза.

Все расчеты по определению длины причального фронта удобнее производить в табличной форме (табл. 10).

Приведенная методика расчета длины причального фронта исходит из равенства пропускной способности причала и грузооборота, который на нем надлежит переработать.

При вычислении расчетного суточного грузооборота путем введения коэффициентов неравномерности учитываются эксплуатационные факторы, а определение длительности навигации связано, кроме того, и с факторами естественного режима как данного порта, так и корреспондирующего с ним.

Таблица 10

Параметр	Буквенное обозначение параметра	Значения параметров			
		Штучные грузы (вывоз)	Руда (вывоз)	Пиломатериалы (ввоз)	Нефть сырая (ввоз)
Годовой грузооборот, тыс. т	$Q_{\text{год}}$	500	800	400	600
Общий коэффициент неравномерности	$k_{\text{нер}}$	1,7	1,4	1,6	2,2
Длительность навигации, сут	$N_{\text{нав}}$	240	240	240	240
Расчетный суточный грузооборот, т/сут	$(q_{\text{сут}})_p$	3520	4670	2670	5500
Элементы судна:					
грузоподъемность, т	$P_{\text{гр}}$	2700	3000	2000	5300
длина, м	$L_{\text{г}}$	110	85	92	129
Кoeffициент использования грузоподъемности судна	$k_{\text{г}}$	0,90	1,00	0,75	1,00
Число прикормонных перегрузочных машин	$x_{\text{м}}$	3	2	3	2
Производительность одной перегрузочной машины, т/ч	$P_{\text{ч}}$	32	240	28	250
Суточная продолжительность работы машин, ч	$t$	21	21	21	21
Время грузовой обработки судна, ч	$t_{\text{гр}}$	29,8	7,4	21,0	12,5
Время занятости причала вспомогательными операциями, ч	$t_{\text{всп}}$	3,0	2,0	2,5	3,0
Кoeffициент, учитывающий потерю времени на вспомогательные операции	$y = \frac{t_{\text{гр}}}{t_{\text{гр}} + t_{\text{всп}}}$	0,91	0,79	0,89	0,81
Кoeffициент, учитывающий влияние метеорологических факторов	$k_{\text{мет}}$	0,95	1,00	1,00	1,00
Суточная пропускная способность одного причала, т	$p_{\text{сут}}$	1480	6750	1330	5850
Расчетное число причалов	$x_{\text{пр}}$	2,40	0,70	2,00	0,94
Принятое число причалов	$x_{\text{пр}}$	3	1	2	1
Разрыв между судами, м	$d$	15	15	10	—
Длина причальной линии, м	$l_{\text{пр}}$	375	100	204	*

\* Длина отдельного причала определяется исходя из его конструкции (см рис. 42).

Пропускная способность причала, вычисленная по приведенным в § 5 зависимостям, учитывает технические и эксплуатационные факторы, а введение коэффициента  $k_{мет}$  означает также учет метеорологических условий.

Таким образом, в расчетах учитываются все факторы, кроме экономических. Поэтому расчеты, приведенные выше, дают лишь минимально необходимое значение пропускной способности причала, но не ориентируют на оптимальное экономическое решение.

Стоимость суточной эксплуатации современных судов весьма высока и при определении приведенных затрат по береговым устройствам (причалы плюс их оборудование) и флоту нередко оказывается, что экономически целесообразно иметь резерв пропускной способности причала. В этом случае соотношение между пропускной способностью причала и грузооборотом может быть записано в виде

$$p_{сут} = k_{рез} (q_{сут})_{р. прич}, \quad (51)$$

где  $k_{рез}$  — коэффициент резерва.

Методика определения  $k_{рез}$  изложена в гл. VI, посвященной оборудованию порта.

Число причалов для пассажирских операций  $x_{пас}$  определяется в зависимости от частоты прибытия и отправления пассажирских судов, продолжительности работы причалов в течение суток и времени занятости причала, которое включает и время на вспомогательные операции:

$$x_{пас} = \frac{n_{с.з} t_{пас} k_{пас}}{t}, \quad (52)$$

где  $n_{с.з}$  — число заходов судов в течение суток;

$t_{пас}$  — время занятости причала одним судном для посадки-высадки пассажиров, швартовными и другими операциями, ч;

$k_{пас}$  — коэффициент неравномерности захода судов;

$t$  — продолжительность работы причала в течение суток, ч.

Потребность в причалах определяют отдельно для каждой линии (туристской, пассажирской дальнего следования, скоростной, местной, пригородной внутригородской). При достаточно большом пассажиропотоке, желательно для каждой линии предусматривать самостоятельный причал. В особенности это относится к туристским линиям и к скоростным, обслуживаемым судами на подводных крыльях.

Все входящие в формулу (52) величины определяются на основании специального технико-экономического расчета. Для ориентировочных расчетов можно принимать продолжительность работы пассажирских причалов  $t=18$  ч, а время занятости причала — по табл. 11.

В морских портах также предусматривают, как правило, устройство отдельных причалов для линий заграничного плавания,

Линия плавания судов	Продолжительность пребывания судов в порту, ч	
	всего	в том числе у причалов
Транзитная пассажирская	3,0 — 4,0	1,5 — 2,0
» скорая	1,0	1,0
Местная	2,0 — 3,0	1,0 — 1,5
Пригородная и внутригородская	0,25 — 0,50	0,25 — 0,50

экспрессных и скорых, туристских и грузопассажирских. Пропускная способность пассажирских причалов в морских портах ограничивается обработкой одного-двух судов в сутки.

Приведенные в табл. 11 значения служат для расчета причалов в промежуточных пунктах на судоходных линиях. Для конечных пунктов выполняют специальные расчеты, причем время занятости причала обычно увеличивают по крайней мере вдвое.

За последнее время стали интенсивно развиваться паромные переправы. Время занятости паромного причала невелико: от 0,5 ч — для паромов на внутренних водных путях, до 2 ч — для морских портов. Паромные переправы работают строго по расписанию. Поэтому пропускная способность паромного причала обычно превышает число заходов паромов и для паромной линии предусматривают, как правило, один специализированный причал. При необходимости число паромных причалов может быть определено в соответствии с принципами, изложенными выше для грузовых причалов.

## § 16. РАЗМЕРЫ ПОРТОВОЙ АКВАТОРИИ

Как отмечалось в § 3 наиболее сложный состав имеет акватория речного порта. В общем случае акватория речного порта может иметь следующие рейды: 1) сортировочный или формирующий; 2) оперативный или перегрузочный; 3) навигационный; 4) причальный; 5) для отстоя плотов.

Не касаясь вопроса организации рейдов и их размещения на плане порта, рассмотрим лишь методику определения их размеров.

Размеры сортировочного рейда так же, как и длину причалов, определяют после детального анализа грузооборота отдельно для каждого выделенного «грузопотока» ( $q_{сут}$ )<sub>р</sub>.

Каждое самоходное судно, перевозящее рассматриваемую долю общего грузооборота, дважды попадает на рейд: прибывая в порт и отправляясь из него. Поэтому, если известны средняя грузоподъемность судна  $P_{гр}$ , коэффициент использования грузоподъемности  $k_r$  и среднее время нахождения судна на рейде  $t$ , то