

Т. О. Карклина, А. В. Павлов, В. Б. Чистов

## ЗАМЕНА СЛИВНЫХ КАНАЛОВ ТЕПЛОХОДА «НЕВСКИЙ» НА ПЛАВУ

Рассмотрена проблема ремонта корпуса судна на плаву на примере теплоходов типа «Невский» (проект Р-32БУ). Предложено решение ряда технических задач: обеспечения непотопляемости судна во время ремонта, прочности корпуса на различных стадиях ремонта. Проанализированы значения остаточных напряжений в связях корпуса, возникающие после ремонта. На основании расчета осадок носом и кормой, дифферентов и элементов начальной остойчивости обоснована необходимость установки временных заглушек на месте бортовых сливных каналов, позволяющих не допустить свободный доступ воды в междудонное пространство корпуса и обеспечить непотопляемость судна. Так как корпус судна во время ремонта на плаву испытывает нагрузку от сил веса и сил поддержания, получены эпюры изгибающего момента и перерезывающих сил. В целях обеспечения общей прочности корпуса проанализированы значения возможных касательных напряжений в опасных точках, главных напряжений на верхних кромках ширстрека и напряжений в связях корпуса судна до и после ремонта. В ходе выполнения ремонтных работ в корпусе судна могут возникнуть остаточные напряжения, приводящие к снижению коэффициента запаса на выносливость и к появлению поправок к редуцированному коэффициенту продольных ребер жесткости, которые могут вызвать потерю устойчивости ребер жесткости. Произведен расчет возможных остаточных напряжений при последовательной и одновременной замене сливных каналов. На основе выполненных расчетов даны рекомендации для разработки технологического процесса замены сливных каналов теплохода типа «Невский» на плаву.

**Ключевые слова:** ремонт корпуса, непотопляемость, общая прочность, касательные напряжения, главные напряжения, остаточные напряжения.

### Введение

При разработке технологии замены сливных каналов теплохода типа «Невский», предложенной ЗАО «Ленречпорт», необходимо решить ряд технических задач:

- обеспечить непотопляемость судна во время ремонта;
- обеспечить прочность корпуса на различных стадиях ремонта;
- проанализировать значения возникающих после ремонта остаточных напряжений в связях корпуса.

### Решение технических задач

При выполнении ремонтных работ по замене сливных каналов на плаву появляется вероятность попадания большого количества воды в междудонное пространство корпуса. На рис. 1 представлены весовая нагрузка и посадка судна, на рис. 2 – конструкция сливных каналов в корпусе.

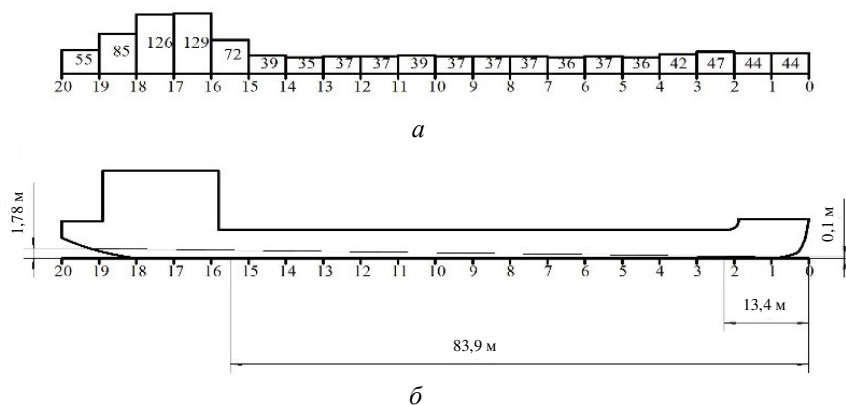


Рис. 1. Весовая нагрузка (а); посадка судна (б)

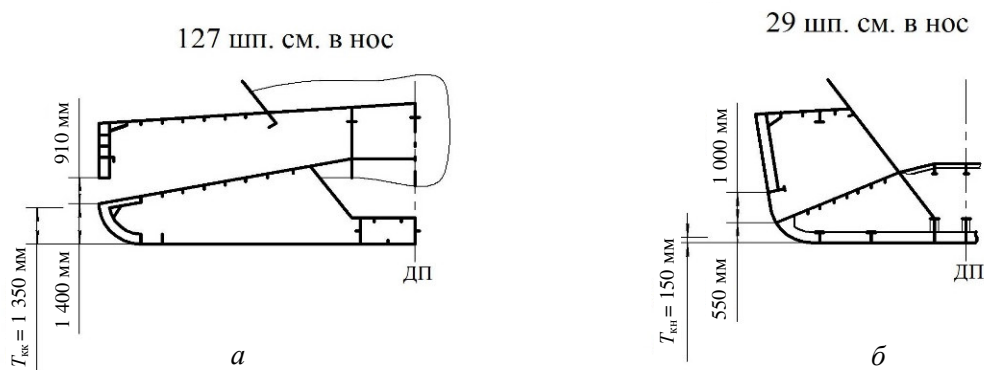


Рис. 2. Схема сечения кормового сливного канала:  $T_{кк}$  – осадка в районе кормового сливного канала; ДП – диаметральной плоскость (а); схема сечения носового сливного канала:  $T_{кн}$  – осадка в районе носового сливного канала (б)

В табл. 1 представлен расчет осадок, дифферентов и элементов начальной остойчивости теплохода «Невский» [1]:

Таблица 1

#### Расчет осадок, дифферентов и элементов начальной остойчивости

Элемент	Обозначение и расчетная формула	Проект Р-32БУ
Водоизмещение судна, т	$D$	1050
Положение центра тяжести по длине от миделя, м	$x_g$	- 4,00
Положение центра величины по длине от миделя, м	$x_c$	3,32
Дифферентующее плечо, м	$x_d = x_g - x_c$	-7,32
Большой метацентрический радиус, м	$R$	736
Большая метацентрическая высота, м	$H = R - a$	735
Дифферентующий момент, кНм	$M = Dx_d$	79350
Момент дифферентующий на 1 см, кНм/см	$m = \frac{DH}{100L}$	733
Общий дифферент, см	$d = \frac{M}{m}$	108
Положение центра тяжести площади ватерлинии по длине от миделя, м	$x_w$	2,06
Изменение осадки носом, м	$\Delta T_n = (0,5L - x_w) \frac{d}{L}$	52
Изменение осадки кормой, м	$\Delta T_k = (0,5L + x_w) \frac{d}{L}$	56
Средняя осадка, м	$T_{cp}$	0,84
Осадка носом, м	$T_n = T_{cp} + \frac{\Delta T_n}{100}$	0,32
Осадка кормой, м	$T_k = T_{cp} + \frac{\Delta T_k}{100}$	1,40
Малый метацентрический радиус, м	$\rho$	20,55
Малая метацентрическая высота, м	$h = \rho - a$	18,21
Момент кренящий на 1°, кНм/град	$m = \frac{\pi}{180} Dh$	339

Используя данные о весовой нагрузке и табл. 1, можно рассчитать осадку в местах расположения сливных каналов по формуле:

– для носового сливного канала:

$$T_{кн} = T_n + \frac{d}{L} L_n;$$

– для кормового сливного канала:

$$T_{\text{кк}} = T_{\text{н}} + \frac{d}{L} L_{\text{к}},$$

где  $L_{\text{н}}$  и  $L_{\text{к}}$  – расстояние от носового перпендикуляра до бортового отверстия носового и кормового канала соответственно.

После подстановки значений получим  $T_{\text{кн}} = 0,14$  м, а для  $T_{\text{кк}} = 1,35$  м (для судов проекта (пр.) Р-32БУ).

На рис. 2 видно, что бортовые отверстия сливных каналов расположены выше порожней ватерлинии, однако оставлять открытыми эти большие отверстия на время ремонта рискованно, т. к. они располагаются близко к порожней ватерлинии и во время работ по замене сливных каналов открывают свободный доступ воды внутрь корпуса. В связи с вышеизложенным, в технологическом процессе предусматривается постановка временных заглушек на эти отверстия на бортах корпуса судна.

Если по каким-то причинам края отверстий оказываются ниже порожней ватерлинии, на основании данных табл. 1 можно рассчитать расположение и количество балласта, необходимо, чтобы отверстия на борту оказались выше уровня порожней ватерлинии, после чего должны быть поставлены заглушки.

Во время ремонта на плаву корпус судна испытывает нагрузку от сил веса и сил поддержания. В ходе исследования были рассчитаны эпюры изгибающих моментов и поперечных сил для судов пр. Р-32БУ представленные на рис. 3, где на оси  $X$  обозначены номера теоретических шпангоутов (расстояние между шпангоутами равно 5,43 м). Для расчета напряжений в связях перед ремонтом, во время ремонта и остаточных напряжений после ремонта использованы значения изгибающего момента  $M = 25\ 000$  кНм и поперечной силы  $N = 2\ 172$  кН, действующих в районе кормовых сливных каналов.

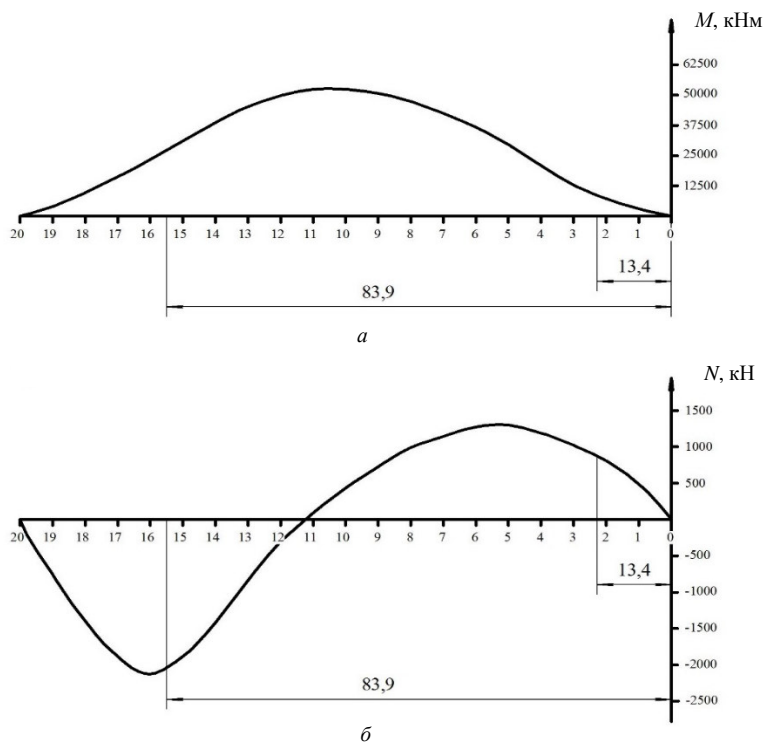


Рис. 3. Эпюр изгибающего момента (а); перерезывающая сила (б)

Схема эквивалентного бруса, геометрические характеристики сечения и напряжения в связях корпуса перед началом ремонта приводятся на рис. 4 и в табл. 2.

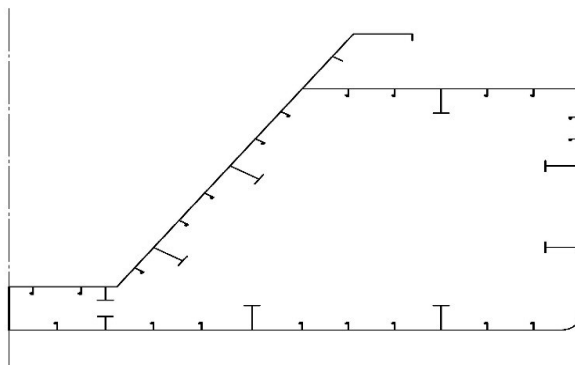


Рис. 4. Схема эквивалентного бруса теплохода «Невский»

Таблица 2

## Характеристики сечения эквивалентного бруса

Характеристика	Обозначение	Значение
Площадь сечения эквивалентного бруса, м	$F$	0,531
Отстояние нейтральной оси от основной, м	$l_1$	2,22
Отстояние нейтральной оси от палубы, м	$l_2$	2,16
Отстояние нейтральной оси от комингса, м	$l_3$	3,33
Момент инерции сечения, м <sup>4</sup>	$J$	2,024
Момент сопротивления относительно днища, м <sup>3</sup>	$W_1$	0,912
Момент сопротивления относительно палубы, м <sup>3</sup>	$W_2$	0,937
Момент сопротивления относительно полки комингса, м <sup>3</sup>	$W_3$	0,608
Напряжения в днище, МПа	$\sigma^a$	27,40
Напряжения в палубе, МПа	$\sigma^b$	26,70
Напряжения в полке комингса, МПа	$\sigma^c$	41,10

В процессе ремонта при замене сливных каналов необходимо вырезать участки палубы и обшивки борта. Это приводит к ослаблению сечения и к увеличению напряжений в продольных связях корпуса. Схема эквивалентного бруса при замене одного кормового канала представлена на рис. 5. Расчет геометрических характеристик сечения представлен в табл. 3 и 4.

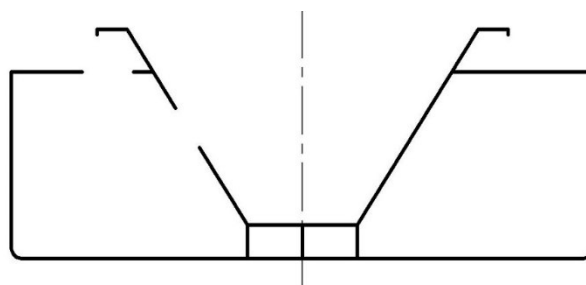


Рис. 5. Схема кормовой части судна при замене одного кормового сливного канала

Таблица 3

## Поправки к площади сечения корпуса

Удаленные связи	$F, \text{ м}^2$	$\varphi$	$\varphi \cdot F, \text{ м}^2$	$Z, \text{ м}$	$S_i = \varphi^* \cdot F_i \cdot Z, \text{ м}^3$	$I_i = \varphi^* \cdot F_i \cdot Z^2, \text{ м}^4$	$I_{\text{собств}}, \text{ м}^4$
Настил палубы	-0,0263	1,0	-0,0263	4,38	-0,1152	-0,5048	-
Стенка карлингса	-0,0021	1,0	-0,0021	4,22	0,0089	-0,0374	-
Полка карлингса	-0,0012	1,0	-0,0012	3,98	-0,0048	-0,0190	-
Ребра жесткости палубы	-0,0029	1,0	-0,0029	4,30	-0,0126	-0,0542	-
Стенка бункера	-0,0157	1,0	-0,0157	3,90	-0,061	-0,2391	-0,0011
Сумма	-	-	$\Delta A = -0,0482$	-	$\Delta B = -0,2008$	$\Delta C = -0,8555$	-

Таблица 4

**Характеристики сечения эквивалентного бруса при замене одного сливного канала**

Характеристика	Обозначение	Значение
Площадь сечения эквивалентного бруса, м	$F$	0,4828
Отстояние нейтральной оси от основной, м	$l_1$	2,02
Отстояние нейтральной оси от палубы, м	$l_2$	2,36
Отстояние нейтральной оси от комингса, м	$l_3$	3,53
Момент инерции сечения, м <sup>4</sup>	$J$	1,802
Момент сопротивления относительно днища, м <sup>3</sup>	$W_1$	0,892
Момент сопротивления относительно палубы, м <sup>3</sup>	$W_2$	0,764
Момент сопротивления относительно полки комингса, м <sup>3</sup>	$W_3$	0,51
Напряжения в днище, МПа	$\sigma^d$	28,00
Напряжения в палубе, МПа	$\sigma^п$	32,70
Напряжения в полке комингса, МПа	$\sigma^к$	49,00

Схема кормовой части судна при одновременной замене двух кормовых сливных каналов представлена на рис. 6. Расчет геометрических характеристик сечения корпуса приведен в табл. 5 и 6.

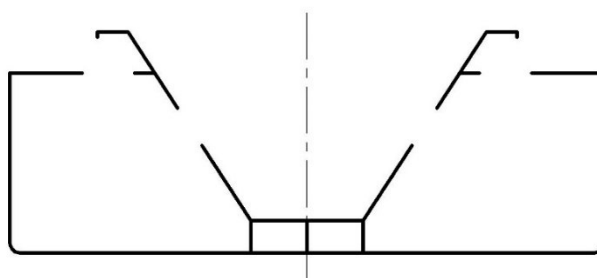


Рис. 6. Схема кормовой части судна при одновременной замене кормовых сливных каналов

Таблица 5

**Поправки к площади сечения корпуса**

Удаленные связи	$F, м$	$\varphi^*$	$\varphi^* \cdot F, м^2$	$Z, м$	$S_i = \varphi^* \cdot F_i \cdot Z, м^3$	$I_i = \varphi^* \cdot F_i \cdot Z^2, м^4$	$I_{сoбcтв}, м^4$
Настил палубы	-0,0526	1,0	-0,0526	4,38	-0,2304	-1,056	-
Стенка карлингса	-0,0042	1,0	-0,0042	4,22	0,0178	-0,0748	-
Полка карлингса	-0,0024	1,0	-0,0024	3,98	-0,0096	-0,0380	-
Ребра жесткости палубы	-0,0058	1,0	-0,0058	4,30	-0,0252	-0,1082	-
Стенка бункера	-0,0314	1,0	-0,0314	3,90	-0,1226	-0,782	-0,0022
Сумма	-	-	$\Delta A = -0,0964$	-	$\Delta B = -0,4016$	$\Delta C = -1,711$	-

Таблица 6

**Характеристики сечения эквивалентного бруса при одновременной замене сливных каналов**

Характеристика	Обозначение	Значение
Площадь сечения эквивалентного бруса, м	$F$	0,4345
Отстояние нейтральной оси от основной, м	$l_1$	1,78
Отстояние нейтральной оси от палубы, м	$l_2$	2,60
Отстояние нейтральной оси от комингса, м	$l_3$	3,77
Момент инерции сечения, м <sup>4</sup>	$J$	1,539
Момент сопротивления относительно днища, м <sup>3</sup>	$W_1$	0,865
Момент сопротивления относительно палубы, м <sup>3</sup>	$W_2$	0,592
Момент сопротивления относительно полки комингса, м <sup>3</sup>	$W_3$	0,408
Напряжения в днище, МПа	$\sigma^d$	28,90
Напряжения в палубе, МПа	$\sigma^п$	42,20
Напряжения в полке комингса, МПа	$\sigma^к$	61,30

Как видно из рис. 4–6 и соответствующих им табл. 2–6, нормальные напряжения в продольных связях даже при одновременной замене двух кормовых сливных каналов не превосходят допустимых значений [2].

В табл. 7 приведен расчет геометрических характеристик, необходимых для расчета касательных напряжений в опасных точках при замене кормовых сливных каналов.

Таблица 7

Расчет геометрических характеристик

Характеристика	$F_i, \text{м}^2$	$z - z_{\text{нос}}, \text{м}$	$S_i = F_i(z - z_{\text{но}}), \text{м}^3$	$F_i, \text{м}^2$	$z - z_{\text{нос}}, \text{м}$	$S_i = F_i(z - z_{\text{но}}), \text{м}^3$
Комингс наклонный лист	0,0373	2,88	0,1074	0,0373	3,12	0,1164
Комингс полка	0,0156	3,53	0,0551	0,0156	3,75	0,0585
Фланец полка	0,0055	3,43	0,0189	0,0055	3,67	0,0202
Полоса	0,0036	2,93	0,0106	0,0036	3,20	0,0115
Настил палубы	0,0417	,36	0,0984	0,0417	2,60	0,0400
Стенка карлингса	0,0021	2,22	0,0047	0,0021	2,46	0,0052
Полка карлингса	0,0012	1,96	0,0024	0,0012	2,20	0,0026
Ребра жесткости палубы	0,0049	2,28	0,0109	0,0049	2,52	0,0123
–			$S_x^{\text{ост}} = 0,3084$	–		$S_x^{\text{ост}} = 0,2667$
Пластины борта 1	0,0142	1,88	0,0267	0,0142	2,12	0,0301
Ребра бункера 1	0,0027	1,98	0,0053	0,0027	2,22	0,0060
Стенка бункера 1	0,0434	0,96	0,0417	0,0434	1,20	0,0545
Пластины борта 2	0,0109	1,12	0,0122	0,0109	1,36	0,0148
Пластины борта 3	0,0109	0,41	0,0045	0,0109	0,65	0,0091
Ребра борта	0,0015	1,88	0,0028	0,0015	2,12	0,0032
Стрингер полка	0,0024	0,76	0,0018	0,0024	1,02	0,0025
Стрингер стенка	0,0038	0,76	0,0029	0,0038	1,02	0,0039
Ребра бункера 2	0,0027	1,48	0,0040	0,0027	1,72	0,0046
Шельф полка	0,0025	0,76	0,0019	0,0025	1,02	0,0026
Шельф стенка	0,0060	0,93	0,0056	0,0060	1,17	0,0070
Ребра бункера 3	0,0027	0,48	0,0013	0,0027	0,72	0,0019
Ребра бункера 4	0,0027	0,08	0,0002	0,0027	0,32	0,0009
Стенка бункера 2	0,0157	1,90	0,0298	–	2,12	–
–			$S_x^{\text{max}} = 0,4491$	–		$S_x^{\text{max}} = 0,4058$

Определяя касательные напряжения в опасных точках при замене кормовых сливных каналов, воспользуемся формулой Д. И. Журавского [3]:

$$\tau = \frac{NS_x^{\text{ост}}}{J \sum t_{\text{ост}}}$$

При замене одного сливного канала касательные напряжения будут:

$$\tau = \frac{2,127 \cdot 0,3084 \cdot 10^3}{1,802 \cdot 18 \cdot 10^{-3}} = 20,20 \text{ МПа};$$

$$\tau = \frac{2,127 \cdot 0,4491 \cdot 10^3}{1,802 \cdot 18 \cdot 10^{-3}} = 29,40 \text{ МПа}.$$

При одновременной замене сливных каналов:

$$\tau = \frac{2,127 \cdot 0,2667 \cdot 10^3}{1,539 \cdot 18 \cdot 10^{-3}} = 20,50 \text{ МПа};$$

$$\tau = \frac{2,127 \cdot 0,4058 \cdot 10^3}{1,539 \cdot 18 \cdot 10^{-3}} = 31,20 \text{ МПа}.$$

Главные напряжения на верхней кромке ширстрека будут:

– при замене одного сливного канала:

$$\sigma_{\text{эКВ}}^{\text{III}} = \sqrt{\sigma_{\text{II}}^2 + 4\tau^2} = \sqrt{32,70^2 + 4 \cdot 20,2^2} = 52 \text{ МПа};$$

– при одновременной замене сливных каналов:

$$\sigma_{\text{экв}}^{\text{III}} = \sqrt{\sigma_{\text{п}}^2 + 4\tau^2} = \sqrt{42,20^2 + 4 \cdot 20,4^2} = 58,70 \text{ МПа.}$$

При ремонте корпус судна теплохода «Невский» находится в напряженном состоянии, т. к. на него действуют силы веса и силы поддержания от стапельных тумб. Поэтому во время ремонта в корпусе судна вероятно возникновение остаточных напряжений, которые могут привести к снижению коэффициента запаса на выносливость [3] и к появлению поправок к редуцированным коэффициентам продольных ребер жесткости [4]. В табл. 8 приведены значения возможных остаточных напряжений при последовательной и одновременной замене кормовых сливных каналов.

Таблица 8

**Остаточные напряжения в корпусе при замене сливных каналов на плаву**

Остаточные напряжения	Обозначение	При замене одного сливного канала	Обозначение	При замене двух сливных каналов одновременно
Напряжения сжатия в днище	$\sigma_{\text{ост}} = \sigma_{\text{д}}' - \sigma_{\text{д}}$	-0,60 МПа	$\sigma_{\text{ост}} = \sigma_{\text{д}}' - \sigma_{\text{д}}$	-1,50 МПа
Напряжения растяжения в незамененной части палубы	$\sigma_{\text{ост}} = \sigma_{\text{п}}' - \sigma_{\text{п}}$	6,00 МПа	$\sigma_{\text{ост}} = \sigma_{\text{п}}' - \sigma_{\text{п}}$	15,50 МПа
Напряжения сжатия в замененной части палубы	$\sigma_{\text{ост}} = 0 - \sigma_{\text{п}}$	-26,70 МПа	$\sigma_{\text{ост}} = 0 - \sigma_{\text{п}}$	-26,70 МПа
Напряжения растяжения в полке комингса	$\sigma_{\text{ост}} = \sigma_{\text{к}}' - \sigma_{\text{к}}$	7,90 МПа	$\sigma_{\text{ост}} = \sigma_{\text{к}}' - \sigma_{\text{к}}$	20,20 МПа

В [5] проводился анализ возможных остаточных напряжений при ремонте теплохода «Невский» (пр. Р-32БУ) в плавучем доке и на слипе при стандартной методике расстановки стапельных тумб. В результате расчетов было выявлено, что остаточные напряжения будут существенны и могут вызвать потерю устойчивости продольных ребер жесткости.

### Анализ расчетов

Анализ рассчитанных напряжений на различных стадиях ремонта корпуса при замене сливных каналов позволяют утверждать, что:

- прочность на всех стадиях ремонта корпуса судна будет обеспечена даже при одновременной замене двух кормовых сливных каналов;
- при замене кормовых сливных каналов имеет место высокий уровень главных напряжений на верхней кромке ширстрека (58,70 МПа);
- остаточные напряжения растяжения после ремонта в незамененной части палубы достигают существенных значений при одновременной замене сливных каналов (15,5 МПа) и незначительных – при последовательной их замене (6,0 МПа);
- остаточные напряжения сжатия в замененной части палубы существенны и практически одинаковы как при последовательной, так и при одновременной замене кормовых сливных каналов (-26,7 МПа). Они могут способствовать потере устойчивости продольных ребер жесткости палубы при прогибе корпуса в процессе эксплуатации;
- остаточные напряжения растяжения в полке комингса при одновременной замене двух кормовых сливных каналов достигают заметной величины (20,2 МПа) и могут снизить коэффициент запаса на выносливость;
- напряжения во всех связях при замене носовых сливных каналов существенно ниже, т. к. изгибающий момент и поперечная сила, действующие в районе носовых сливных каналов, в два раза меньше, чем в районе кормовых сливных каналов.

### Заключение

Таким образом, чтобы избежать появления значительных остаточных напряжений растяжения в полки комингса, при разработке технологического процесса следует предусматривать последовательную замену кормовых сливных каналов. Кроме того, следует рассмотреть возможность выполнения работ по одновременной замене трех сливных каналов (одного кормового и двух носовых). Замена второго кормового сливного канала должна выполняться только после окончания работ по замене первых трех каналов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Смирнов Н. Г.* Теория и устройство судна / Н. Г. Смирнов. М.: Транспорт, 1992. 248 с.
2. *Правила* Российского речного регистра // URL: <http://docs.cntd.ru/document/499012681>.
3. *Барышников С. О.* Общие остаточные деформации корпусов судов / С. О. Барышников, Т. О. Карклина // Вестн. ИНЖЭКОНа. Сер.: Технические науки. 2010. № 8. С. 124–128.
4. *Павлов А. В.* Влияние остаточных напряжений на редуцированные коэффициенты ребер жесткости / А. В. Павлов, В. Б. Чистов // Вестн. Гос. ун-та мор. и реч. флота им. адм. С. О. Макарова. 2014. № 5 (27). С. 60–64.
5. *Павлов А. В.* Остаточные напряжения в корпусе судна теплохода «Невский» при ремонте / А. В. Павлов // Материалы VI межвуз. науч.-практ. конф. аспирантов, студентов и курсантов «Современные тенденции и перспективы развития водного транспорта России» (Санкт-Петербург, 14 мая 2015 г.). Спб.: ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2015. С. 151–155.

Статья поступила в редакцию 07.04.2016

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Карклина Татьяна Осиповна** – Россия, 198035, Санкт-Петербург; Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова; канд. техн. наук; профессор кафедры «Основы инженерного проектирования»; [kaf\\_osnpr@gumrf.ru](mailto:kaf_osnpr@gumrf.ru).

**Павлов Анатолий Владимирович** – Россия, 198035, Санкт-Петербург; Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова; аспирант кафедры «Судостроение»; [denver\\_toropes@mail.ru](mailto:denver_toropes@mail.ru).

**Чистов Валентин Борисович** – Россия, 198035, Санкт-Петербург; Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова; г-р техн. наук; профессор кафедры «Основы инженерного проектирования»; [kaf\\_osnpr@gumrf.ru](mailto:kaf_osnpr@gumrf.ru).



*T. O. Karklina, A. V. Pavlov, V. B. Chistov*

## REPLACEMENT OF DRAIN PASSAGES OF MOTORSHIP "NEVSKIY" AFLOAT

**Abstract.** The paper considers the problem of repair of ship hull afloat by the example of motorships like "Nevskiy" type (project P-32БУ). The solutions of a number of the operational tasks such as ensuring the resistance to flooding of the vessel when repairing and hull structural strength at various stages of repair works are presented. The values of residual stresses in conjunctions of the hull, which appear after repair works, are analyzed. On the basis of the calculation of draft at forward perpendicular and draft at aft perpendicular, draft differences and the elements of metacentric stability the necessity of installation of temporary plugs in the shipborne drain passages that do not let free access of water into hull double bottom space and ensure the resistance to flooding is explained. As a ship hull during repair works afloat is under load due to weight forces and forces of buoyancy, bending-moment curves and shearing force curves are received. In order to ensure the overall strength of the hull, the values of possible shear stresses at critical points, main stresses at top edges of gunwale strake and stresses in conjunctions of the ship hull before and after repair works. During repair works residual stresses can appear in the ship hull, which can lead to reduction of assurance factor for fatigue strength and arising of corrections to reduction factor of longitudinal ribs, which can cause loss of stability of stiffening ribs. The calculation of possible residual stresses during consequential and simultaneous replacement of drain passages was made. On the basis of the calculations the recommendations for the development of the technological process of replacement of drain passages of the motorship like "Nevskiy" afloat are given.

**Key words:** repair of hull, resistance to flooding, overall strength, shear stresses, main stresses, residual stresses.



REFERENCES

1. Smirnov N. G. *Teoriia i ustroistvo sudna* [Theory and hull structure]. Moscow, Transport Publ., 1992. 248 p.
2. *Pravila Rossiiskogo rechnogo registra* [Rules of the Russian river register]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/499012681>.
3. Baryshnikov S. O., Karklina T. O. Obshchie ostatochnnye deformatsii korpusov sudov [Overall residual deformations of ship hulls]. *Vestnik INZhEKONa* (Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo inzhenerno-ekonomicheskogo universiteta). *Seriia: Tekhnicheskie nauki*, 2010, no. 8, pp.124–128.
4. Pavlov A. V., Chistov V. B. Vliianie ostatochnnykh napriazhenii na reduktsionnye koeffitsienty reber zhestkosti [Influence of residual stresses on reductive factors of rib stiffness]. *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova*, 2014, no. 5 (27), pp. 60–64.
5. Pavlov A. V. Ostatochnnye napriazheniia v korpuse sudna teplokhoda «Nevskii» pri remonte [Residual stresses in the hull of the motorship "Nevskiy" during repair works]. *Materialy VI mezhvuzovskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii aspirantov, studentov i kursantov «Sovremennye tendentsii i perspektivy razvitiia vodnogo transporta Rossii» (Sankt-Peterburg, 14 maia 2015 g.)*. Saint-Petersburg, GUMRF imeni admirala S. O. Makarova, 2015. Pp. 151–155.

The article submitted to the editors 07.04.2016

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Karklina Tatyana Osipovna** – Russia, 198035, Saint-Petersburg; State University of Maritime and Inland Shipping named after Admiral Makarov; Candidate of Technical Sciences; Professor of the Department "Bases of Engineering Design"; kaf\_osnpr@gumrf.ru.

**Pavlov Anatoliy Vladimirovich** – Russia, 198035, Saint-Petersburg; State University of Maritime and Inland Shipping named after Admiral Makarov; Postgraduate Student of the Department "Shipbuilding"; denver\_toropec@mail.ru.

**Chistov Valentin Borisovich** – Russia, 198035, Saint-Petersburg; State University of Maritime and Inland Shipping named after Admiral Makarov; Doctor of Technical Sciences; Professor of the Department "Bases of Engineering Design"; kaf\_osnpr@gumrf.ru.

