

УДК 629.12.011.1(086.5).001.2

П.А. Бимбереков

ИССЛЕДОВАНИЕ НА МОДЕЛЯХ СУДОВЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ С ПОВЫШЕННЫМ УРОВНЕМ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПРИ МЕСТНЫХ НАГРУЗКАХ

ФБОУ ВПО «Новосибирская государственная академия водного транспорта», г. Новосибирск

Многочисленные наблюдения за повреждением судовых перекрытий натуральных конструкций показали, что завал несимметричных по отношению к стенке катаных профилей (подавляющая масса холостого судового набора) при воздействии местных нагрузок на подкрепляемую ими обшивку приводит к завалу профиля в сторону, противоположную полке. Это наблюдение привело к рассмотрению решения об установке холостого набора несимметричного сечения с предварительным наклоном в сторону полки, с целью компенсации будущего завала профиля в сторону, противоположную полке в ходе эксплуатации.

Ключевые слова: модели судовых перекрытий, предварительный наклон профиля, повышенная работоспособность.

Следует отметить, что допускаемые нормативы величин повреждений судовой обшивки и набора корпусов судов зачастую не согласованы между собой. Например, допуск на стрелку прогиба вмятины бортов судов, согласно требований Российского Речного Регистра, ограничен 150 мм, в тоже время и рамный и холостой судовой набор перекрытий при таких деформациях обшивки, как правило, обязательно выходит за назначенные ему нормативы деформаций. Поэтому получение конструкций с элементами, более согласующимися по достижению нормативно допускаемых значений деформаций, достаточно актуально. Реализацией такого подхода является установка холостых балок несимметричного профиля с предварительным наклоном в сторону полки, что и явилось основным предметом исследования настоящей работы.

На рис. 1 приведен вариант деформации ботового перекрытия баржи-площадки пр. №Р-56, из которого хорошо виден завал холостого набора несимметричного относительно их стенки профиля (сечением неравнополочный уголок) в сторону против полки.

Изначально автором изучалась на моделях, изготовленных согласно [1], работа холостых балок с нормальной постановкой профиля на обшивку с целью дополнительно удостовериться в зафиксированном на натуральных конструкциях завале профиля холостой балки несимметричного сечения в месте силового воздействия на подкрепляемую им обшивку в сторону, противоположную полке. Размеры профиля модели холостой балки $l \times b \times t = 65 \times 41 \times 0,52$ (высота \times ширина полки \times толщина, мм), установленного на обшивке толщиной $t_{об} = 0,25$ мм. Толщина присоединенного пояска обшивки шириной 20 мм в силу конструкции модели отличалась от толщины всего полотнища и составляла 0,77 мм. Силовое воздействие осуществлялось при помощи падающего груза, имеющего шарообразную ударную часть радиусом 50 мм и массой 3,7 кг. Груз крепился на магнитном штативе, установленном на стальном массивном плазе, на котором при помощи струбцин крепились и модели. Положение подвешенного груза над моделью проверялось при помощи отвеса.

Рассматривались два варианта – холостая балка с жестко заделанными концами и обшивкой по опорному контуру, а также с заделкой только обшивки по опорному контуру. Пример деформации модели первого из указанных вариантов, а также использованная схема регистрации завала профиля приведены на рис. 2 (некоторые данные указанного эксперимента приведены в [2, С. 264–267]).

Было установлено, что во всех случаях поперечного воздействия на обшивку в месте крепления стенки холостой балки у нее появляется составляющая деформации, направленная в сторону против полки.

С целью проверки предположения о возможности использования предварительного наклона профиля в сторону полки для лучшего согласования процесса накопления деформаций балками набора и обшивки перекрытия были изготовлены жестяные модели с балками из неравнобокого уголка с ранее указанными размерами. При этом с целью проверки влияния заделок концов балки, были изготовлены две серии по три модели. Первая из них с жесткой заделкой концов балки и обшивки, вторая вообще нигде не крепилась. Причем в первой из указанных серий из трех моделей силовое воздействие осуществлялось аналогично ранее описанному, при эксперименте с нормальной постановкой балок к обшивке, а во второй - тем же ударным инструментом, но с неконтролируемым усилием по подкинутой модели.

В каждой серии осуществлялся предварительный наклон в сторону полки трех значений, данные по которым сведены в табл. 1.

Таблица 1

Значения предварительного наклона профиля в сторону полки

Номер	Значение наклона серии вида					
	С жесткой заделкой концов балки и обшивки			Без заделки		
	u , мм	β , град	u/h	u , мм	β , град	u/h
1	0,8	6,89	0,12	1,2	10,4	0,18
2	1,8	16,3	0,28	1,8	16,3	0,28
3	2,2	19,9	0,34	2,4	21,7	0,37

Примечание: u - величина отклонения стенки от нормального положения к обшивке; β - угол наклона стенки от нормали к обшивке; h - значение высоты балки.

а)



б)



Рис. 1. Вариант деформации бортового перекрытия баржи-площадки пр.№Р-56 с холостыми балками сечением из неравнополочного уголка (а) и схема поперечного сечения деформированной холостой балки (б): (--- проектное положение сечения)

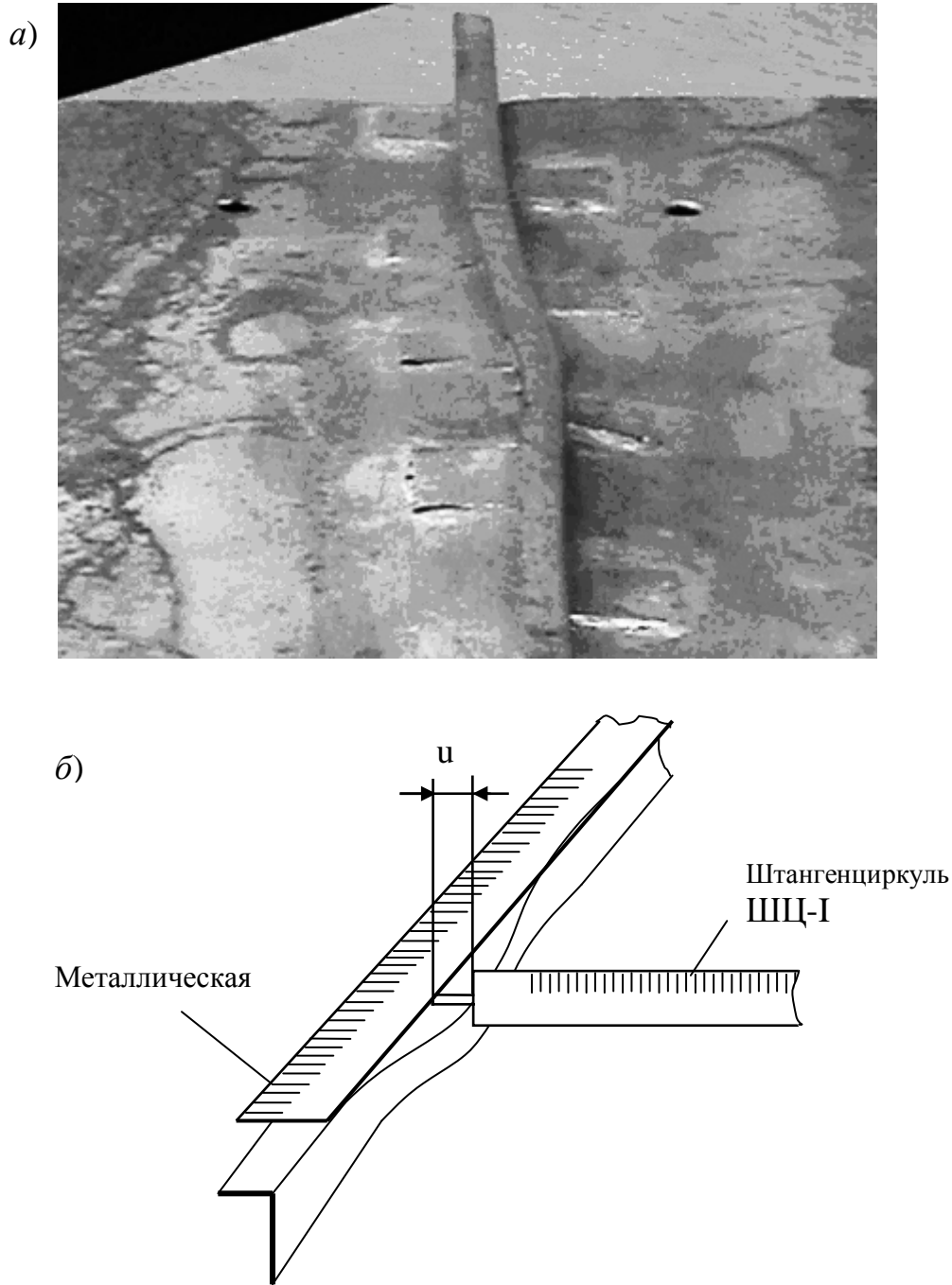


Рис. 2. Деформированная местным силовым воздействием модель холостой балки с нормальной постановкой на обшивку и схема обмера значений завала профиля в месте силового воздействия:

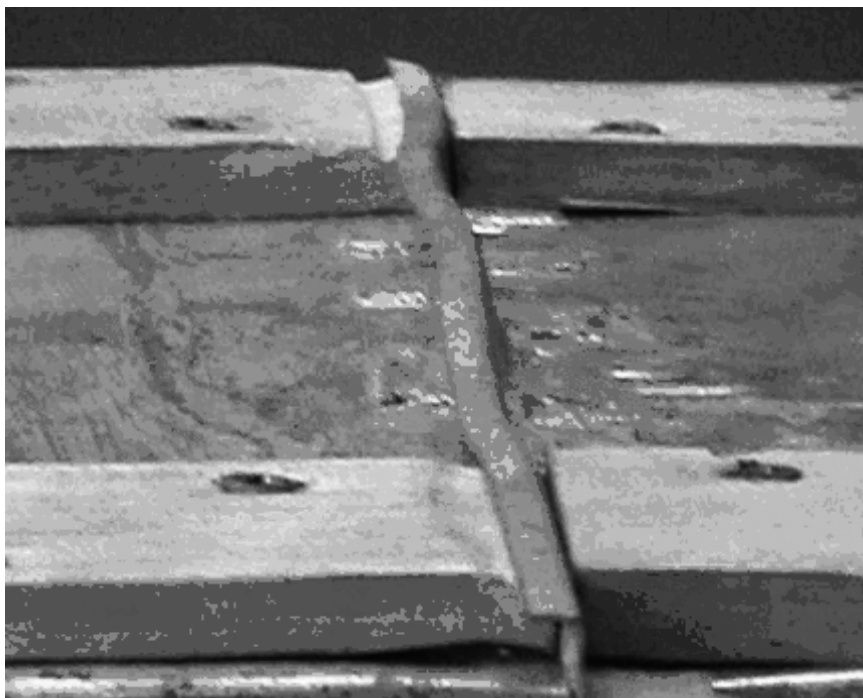
a – деформированная модель перекрытия с холостой балкой;
б – схема измерения завала у моделей холостых балок

Наклон профиля в случае жесткой заделки концов осуществлялся простукиванием уголка, предварительно установленного нормально к обшивке и заделанного жестко по краям. Наклон профиля до нужного значения в серии без заделки осуществлялся надавливанием через линейку сразу по всей длине с небольшой рихтовкой простукиванием.

В случае жестких заделок у моделей концов балок и обшивки в результате силового воздействия восстановление идет однозначно в сторону против полки (рис. 3, *a*). В случае балок без заделок значение результирующего наклона профиля складывалось из двух составляющих - в месте удара грузом с направлением в сторону против полки, и по всей балке в сторо-

ну полки. То есть в последнем случае полного отсутствия заделок перекрытия в месте зоны сосредоточенного силового воздействия есть составляющая восстановления предварительно заваленного профиля.

а)



б)

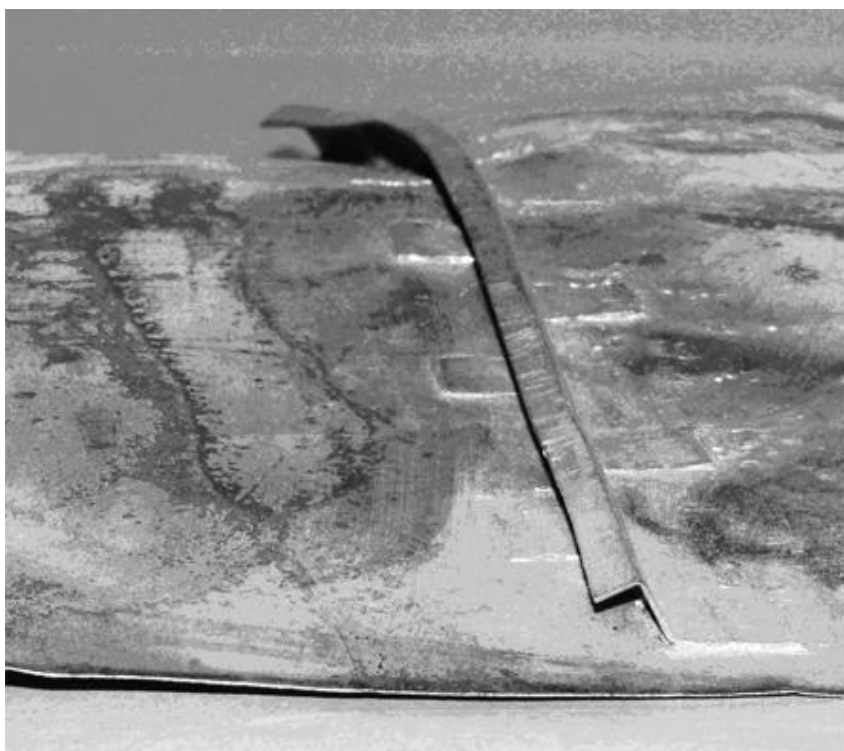


Рис. 3. Деформированные модели с предварительным наклоном балок в сторону полки:

а – вариант деформации модели с жесткой заделкой;

б – вариант деформации модели без заделки

На рис. 3, б приведен пример деформации модели балки без заделок с предварительным завалом профиля $u = 2,4$ мм, где хорошо видно наличие в зоне контактного воздействия участка с восстановлением профиля в сторону против полки в месте силового воздействия. Причем в данном конкретном случае значение завала профиля в сторону полки после удара сохранило свое исходное значение, в то время как завал профиля концов балки увеличился (рис. 3).

На основе результатов данного эксперимента автором предложены следующие конструкции перекрытий с повышенным уровнем работоспособности при местных нагрузках (рис. 4-6) [3]. Формирование таких перекрытий предусматривается производить путем постановки холостого набора неравнобокого (несимметричного) профиля под некоторым углом к обшивке, в сторону полки профиля. Кроме этого, холостой набор может быть изогнут в сторону полки профиля по синусоиде между рамными связями. Судовое перекрытие формируется из предварительно изогнутого на специальном оборудовании путем силовых или термических воздействий или их комбинаций и/или получается прокаткой, а уже после устанавливается и жестко крепится (например, приваркой или формуется) к полотнищу обшивки. Иначе наклон профиля создается после установки и жесткого крепления профиля (например, приваркой или формуется) на полотнище путем воздействий: силового, термического, вспомогательными разрезами, сваркой, формовкой или их комбинациями.

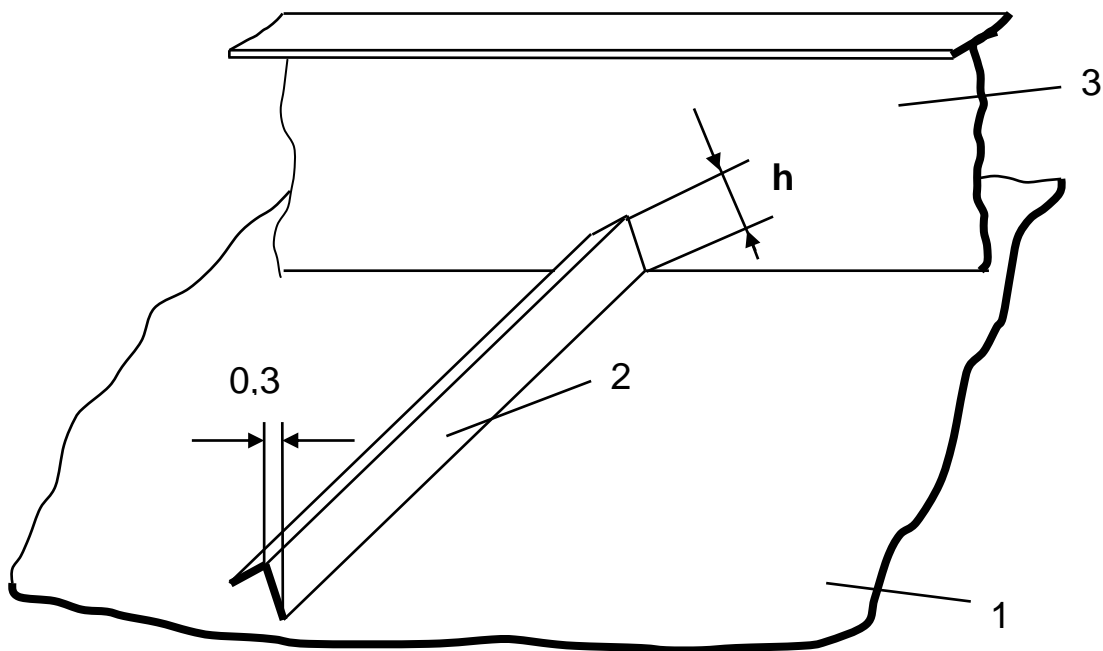


Рис. 4. Вариант предлагаемого перекрытия с предварительным наклоном холостой балки в сторону полки:

1 – обшивка; 2 – холостая балка несимметричного профиля, поставленная с наклоном в сторону полки; 3 – балка рамного набора, служащая опорой для холостой балки

Судовое перекрытие работает следующим образом. В результате силового эксплуатационного воздействия в пределах пролета холостой балки, имеющей наклон в сторону своей полки, она получает прогиб и изменяет наклон к обшивке в сторону, противоположную полке. Этим достигается увеличение как момента инерции, так соответственно и момента сопротивления сечения профиля холостой балки вплоть до начала завала профиля в сторону против полки. Таким образом, указанная конструкция балки с предварительным завалом профиля в сторону полки может выдерживать большее воздействие или число воздействий до получения перекрытием недопустимых нормативами повреждений.

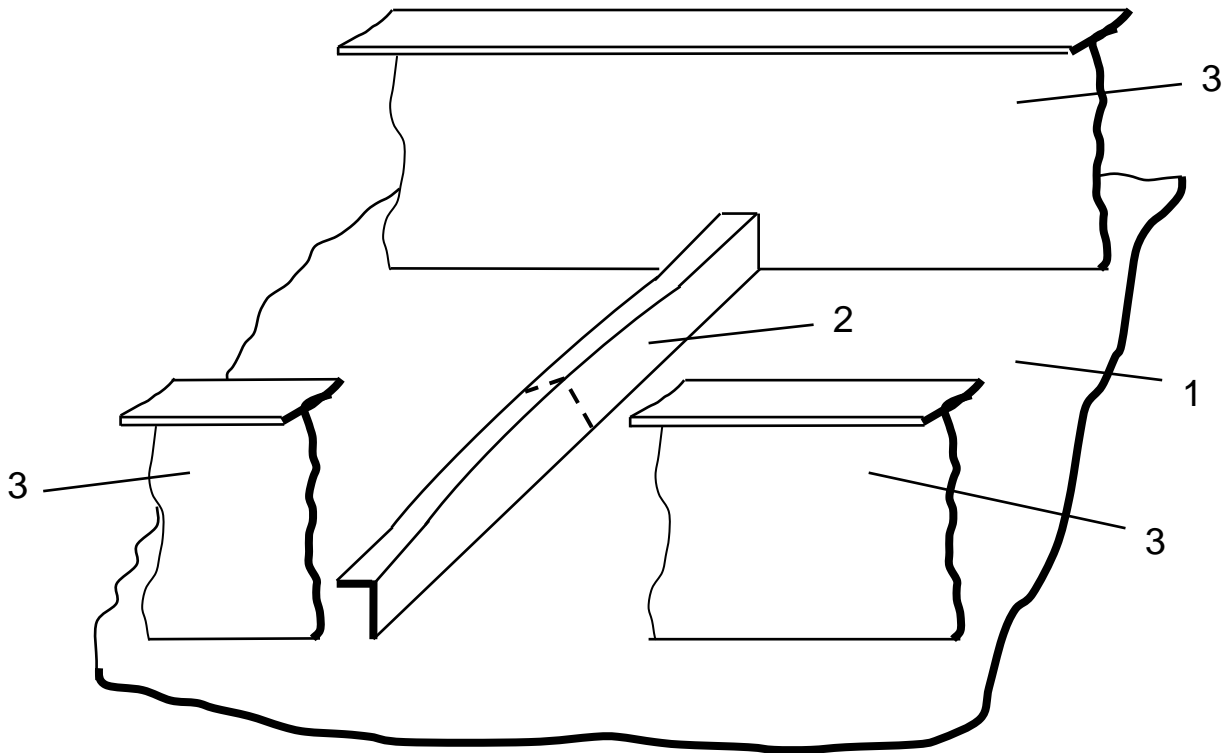


Рис. 5. Вариант предлагаемого перекрытия с предварительным наклоном холостой балки в сторону полки, получаемого путем силового воздействия после установки и крепления балки нормально к обшивке

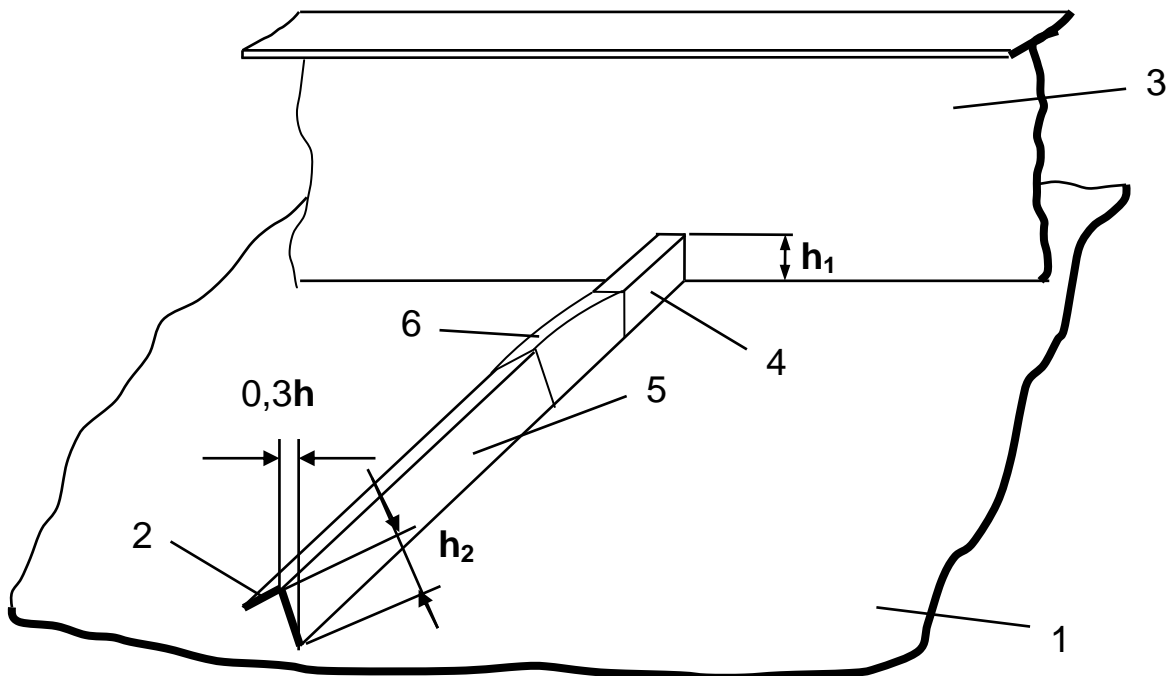


Рис. 6. Вариант формирования балки с предварительным завалом в сторону полки из составных элементов (участков):

h_1, h_2 — значение высоты участка холостой балки у опоры и в пролете соответственно

В случае изготовления холостого набора из частей, предварительно на обшивку устанавливаются участки 4 (нормально) и 5 (с нужным наклоном), а затем переходные участки 6, после чего вся конструкция жестко соединяется между собой. При необходимости нужный наклон набора по длине пролета холостой балки может быть получен дополнительными воздействиями: силовым, термическим, вспомогательными разрезами, сваркой, наплавкой, формованием или их комбинациями. Переходные участки 6 могут быть загнуты до стыковки с участком 5 после установки и крепления к обшивке и концевым участкам 4 и последующим креплением к участку 5 воздействиями: силовым, термическим, вспомогательными разрезами, сваркой, наплавкой, формованием или их комбинациями.

Выводы

1. В результате работы подтверждено для балки неравнобокого уголкового профиля, имеющей предварительный наклон в сторону полки предположение о наличии тенденции восстановления нормального положения относительно обшивки в зоне воздействия местной нагрузки.

2. Установка холостого набора с предварительным завалом в сторону полки позволит получить конструкцию судового перекрытия, более согласованную по работоспособности при деформациях от местных нагрузок.

Библиографический список

1. **Бимбереков, П.А.** Образцы для модельных испытаний конструкций / П.А. Бимбереков. Пат. РФ на полезную модель №31650, 2003.
2. **Бимбереков, П.А.** Исследование повреждаемости, методики освидетельствования и дефектации корпусных конструкций судов внутреннего и смешанного плавания / П.А. Бимбереков. – Новосибирск: НГАВТ, 2007. – 420 с.
3. **Бимбереков, П.А.** Судовое перекрытие и способ его формирования / П.А. Бимбереков. Пат. №2267435, РФ. 2007.

*Дата поступления
в редакцию 28.07.2011*

P.A. Bimberekov

MODELLING OF SHIP FLOORS WITH INCREASED LEVEL OF WORKING CAPACITY WITH LOCAL LOADS

Numerous observations over ship floors of full-scale constructions damage showed that fall on hull plating of asymmetric relatively it rolled shapes (inhibiting mass of idle framing) results in shape fall on hull plating to side counter to rack under influence of local loads on plating being strengthened by rolled shapes. This observation resulted in consideration of decision about installation of idle framing of asymmetric cross-section with preliminary inclination to the side of rack during operating conditions.

Key words: ship floors, preliminary inclination of shape, increased working capacity.