

Федеральное агентство морского и речного транспорта

Федеральное государственное учреждение  
Российский Речной Регистр

МОСКОВСКИЙ ФИЛИАЛ

## НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

Результаты освидетельствований корпусов судов из композиционных материалов, находящихся под техническим наблюдением Московского филиала РРР, методами неразрушающего контроля в 2007 году.

**(Интернет – версия)**

г. Москва 2007

## Оглавление

|                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Введение.....                                                                                                                             | 3  |
| 2. База данных судов, имеющих корпуса из композиционных материалов, прошедших дефектоскопию в 2007 году.....                                 | 6  |
| 3. Методы неразрушающего контроля, применявшиеся при дефектоскопии корпусов судов в 2007 году .....                                          | 10 |
| 4. Применяемое оборудование для неразрушающего контроля, используемое при дефектоскопии корпусов судов в 2007 году .....                     | 11 |
| 5. Последовательность операций при выявлении внутренних дефектов типа расслоение корпусов катеров из композиционных материалов .....         | 14 |
| 6. Внешние дефекты, обнаруженные на корпусах судов из композиционных материалов, прошедших операции дефектоскопии в 2007 году.....           | 18 |
| 7. Внутренние дефекты, обнаруженные на корпусах судов из композиционных материалов, при выполнении операций дефектоскопии в 2007 году.....   | 21 |
| 8. Аварийные повреждения обнаруженные на корпусах судов из композиционных материалов, прошедших операции дефектоскопии в 2007 году .....     | 26 |
| 9. Сводные данные, по обнаруженным внутренним дефектам типа расслоение, выводы, обоснование дальнейшего направления работ по дефектации..... | 27 |
| 10. Заключение.....                                                                                                                          | 31 |
| Приложения.....                                                                                                                              | 33 |

## 1. Введение.

Первые суда из стеклопластика были изготовлены во второй половине 30-х годов двадцатого века. Во второй половине 50-х годов стеклопластиковое судостроение получило широкое распространение. На начальном этапе из стеклопластика изготавливались элементы надстроек и других верхних строений. В дальнейшем он стал применяться для изготовления корпусных конструкций. В это же время было налажено массовое производство стеклопластиковых лодок, где в качестве армирующего материала было применено рубленое стекловолокно. Эти суда отличались весьма низкими механическими качествами и характеристиками долговечности.

Применение стеклопластика позволило значительно ускорить цикл строительства судна по сравнению с деревянным судостроением. Кроме того, оно дало возможность использовать существенно менее квалифицированную рабочую силу, чем та, которая требовалась для постройки деревянных судов. Все это обусловило серьезную экономическую мотивацию развития массового стеклопластикового судостроения.

Первоначально конструкции стеклопластиковых судов воспроизводили конструкцию судов, изготовленных из других материалов: дерева и стали. По мере накопления опыта постройки, конструкция стеклопластиковых судов приобретала индивидуальные черты.

Для снижения массы крупногабаритных элементов конструкций типа днища, борта или крыши надстройки и повышения их жесткости стали применяться трехслойные конструкции. Первоначально в качестве заполнителя трехслойных конструкций применялась бальза. Впоследствии выяснилось, что бальза сильно подвержена гниению. Поэтому в дальнейшем, наряду с бальзой, в качестве заполнителя стали использоваться различные пенопласты, имеющие, по сравнению с ней, как положительные, так и отрицательные качества.

По мере развития аэрокосмической промышленности для многослойных конструкций корпуса и внутренних помещений судна стали применяться композиционные материалы с повышенными прочностными характеристиками, использующие армирующие высокомолекулярные волокна и углеволокна. Широкое их применение в судостроении ограничивается высокой стоимостью и требованиями высокой квалификации персонала верфи. В качестве заполнителя трехслойных конструкций в ряде случаев используются вспененные структуры и сотовые конструкции.

Конкурентная борьба, и вызванная ей необходимость снижения стоимости изготовления стеклопластикового судна, при невозможности автоматизации производства вынуждают судостроителей стремиться к удешевлению материалов, снижению трудоемкости, а также применению более дешевой рабочей силы, используемой при формовке корпусов. Эти факторы обуславливают упрощение технологии изготовления судна. Как следствие, это порождает проблему снижения надежности и долговечности готовых изделий.

Корпус современного стеклопластикового судна превратился в объемно - прочную конструкцию с минимумом продольного и поперечного набора. Многие его элементы приобрели вид многослойных оболочек, с большой долей поверхностей, средний слой которых образован различными заполнителями. Для придания дополнительной жесткости стеклопластиковым конструкциям широко применяются материалы, формирующие пустотелые структуры: поликор – маты и др.

В процессе эксплуатации нагрузки, которым подвергается корпус, воспринимаются большей частью его поверхностей: днищем, бортами, палубой. Многие из действующих на судовой корпус нагрузок имеют циклический, знакопеременный и ударный

характер. Такие нагрузки наиболее характерны для судов с динамическими принципами поддержания, в первую очередь глиссирующих. Многоцикловые знакопеременные нагрузки вызывают в большинстве поверхностей корпуса соответствующие деформации. [19]

По утверждению ряда авторов, многие производители существенно большее внимание уделяют проблемам внешнего вида своих изделий, а не их надежности. Специалисты, обследовавшие большое количество стеклопластиковых судов, поврежденных ураганом, пришли к выводу, что корпуса изначально строились с конструктивными дефектами и серьезными нарушениями технологического процесса. Это обусловило их низкую стойкость аварийным повреждениям. Низкое качество изготовления корпусов судов из композиционных материалов, обусловленное широким применением в качестве армирующих компонентов различных нетканых материалов, особенно рубленного ровинга, существенные отклонения в технологических процессах изготовления многослойных конструкций приводят к существенному снижению их сроков службы. На рис. 1 – 4 изображены дефекты изготовления стеклопластиковых корпусов, выявленные специалистами при осмотре судов, пострадавших от урагана. [2]

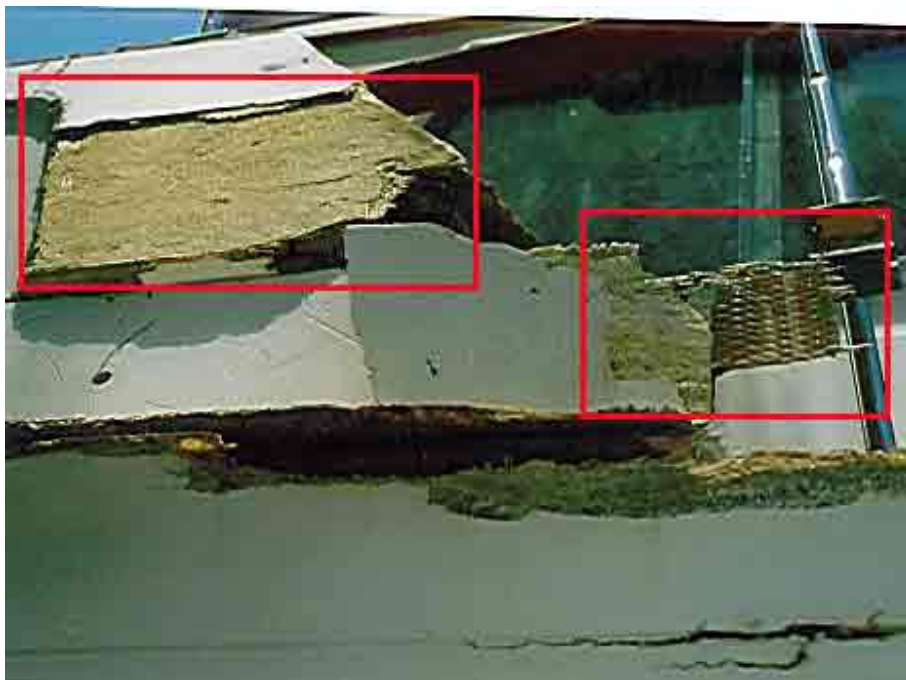


**Рис. 1. Разрушения корпуса судна Grand Banks 46, обнажившие участки с обширными не проклеенными участками.**



**Рис. 2. Разрушения корпуса судна Grand Banks 46. Участок расслоения между двумя слоями стеклопластика, изготовленного из рубленного ровинга, где адгезия отсутствует.**



**Рис.3. Клетчатый рисунок представляет собой непроклей стеклоткани на крупном катере для спортивной рыбалки.**



**Рис. 4. Некачественная приклейка вспененного заполнителя на стеклопластиковом корпусе 60-футовой яхты.**

Деформации, вызванные многоцикловыми знакопеременными нагрузками, даже качественно выполненных многослойных конструкций, в ряде случаев, приводят к нарушению связей между слоями и образованию в них дефектов типа расслоение. Возникновение расслоений в многослойной конструкции, в свою очередь, ухудшает ее механические характеристики, нарушает ее герметичность, что приводит к водопоглощению. Можно сделать вывод, что развитие в корпусе судна, выполненного из композиционных материалов, дефектов типа расслоение является одной из важных

причин обуславливающих общее ухудшение его эксплуатационных качеств. Развитие дефектов типа расслоение приводит к снижению прочностных характеристик конструкции за счет разрозненной работы на изгиб отдельных слоев конструкции, и как следствие, снижения предела прочности конструкции в месте расслоения.

Возникновение в корпусной конструкции обширных зон расслоений обуславливает резкое снижение ее работоспособности в данных зонах. При расположении зон расслоений в районах концентрации напряжений, а также в элементах, обеспечивающих конструктивную целостность конструкции, их существование может привести к разрушению конструкции в сложных условиях эксплуатации. [1]

Наблюдение за динамикой развития внутренних дефектов типа расслоение в корпусах судов из композиционных материалов в процессе их эксплуатации методами неразрушающего контроля может позволить получить информацию об изменении технического состояния корпуса в процессе эксплуатации.

## **2. База данных судов, имеющих корпуса из композиционных материалов, прошедших дефектоскопию в 2007 году.**

В 2007 году производились операции дефектоскопии корпусов судов, изготовленных из композиционных материалов, подлежащих очередному освидетельствованию по сроку, т.е. имеющих год выпуска 2002 и ранее. Кроме того, дефектоскопии подвергались корпуса судов, принимаемых на учет под техническое наблюдение Московского филиала Российского Речного Регистра, и находящиеся на учете суда, корпуса которых получили аварийные повреждения в результате различных происшествий.

Суда, изготовленные из композиционных материалов, находящиеся под техническим наблюдением Московского филиала Российского Речного Регистра, прошедшие процедуру дефектоскопии корпуса в 2007 году, можно условно разделить на три группы:

- суда с динамическими принципами поддержания постройки США и стран Западной Европы;
- суда с динамическими принципами поддержания постройки СССР и стран СЭВ;
- парусные и парусно – моторные суда различной постройки.

Суда, относящиеся к первой группе, имеют близкие архитектурно – компоновочные и конструктивно - технологические решения. Суда, относящиеся ко второй группе, принципиально отличаются друг от друга. Среди судов второй группы процедуре дефектоскопии подверглись два однотипных судна, построенных по одному проекту, одной судовой верфью с разницей по времени меньше, чем год. Суда третьей группы, также, имеют сильные архитектурно – компоновочные и конструктивно - технологические отличия. Правилами Речного Регистра конструкция и устройство судов третьей группы регламентируются в минимальной степени. [15, 16, 17]

(Полная база данных судов с корпусами из композиционных материалов, находящихся под техническим наблюдением Московского филиала Российского Речного Регистра, прошедших операции дефектоскопии в 2007 году, публикуется только для служебного пользования)

### **3. Методы неразрушающего контроля, применявшиеся при дефектоскопии корпусов судов, изготовленных из композиционных материалов, в 2007 году.**

(Содержание раздела публикуется только для служебного пользования)

### **4. Применяемое оборудование для неразрушающего контроля, используемое при дефектоскопии корпусов судов в 2007 году.**

(Содержание раздела публикуется только для служебного пользования)

### **5. Последовательность операций при выявлении внутренних дефектов типа расслоение корпусов судов из композиционных материалов**

(Содержание раздела публикуется только для служебного пользования)

### **6. Внешние дефекты, обнаруженные на корпусах судов из композиционных материалов, прошедших дефектоскопию в 2007 году.**

Первичной операцией при проведении операций дефектоскопии является визуальный осмотр объекта контроля (корпуса судна). Он направлен на определение положения действующей ватерлинии судна, выявление внешних дефектов декоративного слоя, повреждений отдельных элементов корпусных конструкций, а также следы осмотических изменений поверхностных слоев корпуса.

Положениями "Временной методики исследования корпусов судов с динамическим способом поддержания (глиссирующих) методами неразрушающего контроля с целью выявления дефектов типа расслоение", утвержденной письмом РРР № 07-01.9-153 от 24.01.07 г. осмотические изменения поверхностей корпуса не рассматриваются. В то же время, заключительной стадией осмотических изменений является возникновение внутренних дефектов типа расслоение. Поэтому участки поверхности корпуса, на которых обнаруживаются осмотические изменения, подлежат тщательному исследованию методами неразрушающего контроля с целью поиска внутренних дефектов типа расслоение.

При дефектоскопии визуальным осмотром обнаруживались внешние дефекты декоративного слоя и видимые дефекты выступающих корпусных конструкций. Как правило, внешние дефекты связаны либо с осмотическими изменениями, либо с механическими воздействиями на подводную часть корпуса. Весьма распространенным видом дефектов являются сколы и выбоины продольных реданов или скулы (см. рис. 9 – 10). Эти дефекты вызваны механическим воздействием твердых предметов в процессе эксплуатации (касание твердого грунта, контакт со сваями, бетонными элементами гидросооружений и пр.)



**Рис. 9. Скол продольного редана катера Azimut 42**



**Рис. 10. Скол скулы катера REGAL 2150 LSE**

В дальнейшем, в случае своевременного выявления и правильного ремонта дефекта такого вида, ущерб для технического состояния корпуса от его существования может быть сведен к минимуму. (См. рис. 11) В то же время, длительное существование дефектов такого вида в погруженном состоянии ведет к быстрому намоканию окружающих дефект судовых конструкций из композиционных материалов и ускоренному развитию в них осмотических изменений.



**Рис. 11. Реставрированный скол продольного редана катера Sunseeker 44 Camarque**



**Рис. 12. Трещина в районе mortar гребного вала катера Sunseeker 44 Camarque**

Большую опасность, с точки зрения технического состояния корпуса судна из композитных материалов, представляют дефекты в виде трещин, вышедших на наружную поверхность корпуса через декоративный слой. Появление таких трещин вызвано внутренними напряжениями, действующими в обшивке корпуса. Проведенный косметический ремонт трещины, не устранивший, при этом, причину ее возникновения, не может воспрепятствовать ее росту в дальнейшем (См. рис. 12). К этой же категории может быть отнесен эрозионный износ декоративного слоя. Обнажение ар-

мирующих материалов, из которых изготовлен корпус, на участках эрозионного износа декоративного слоя, также, ведет к быстрому намоканию окружающих дефект судовых конструкций из композиционных материалов и ускоренному развитию в них осмотических изменений.

Необходимо отметить, что осмотические изменения поверхностных слоев, при проведении операций дефектоскопии в 2007 году, как правило, встречались на судах, находящихся в эксплуатации со сроком службы восемь лет и более.

## **7. Внутренние дефекты, обнаруженные на корпусах судов из композиционных материалов, при выполнении операций дефектоскопии в 2007 году**

При проведении операций дефектоскопии в соответствии с "Временной методикой исследования корпусов судов с динамическим способом поддержания (глиссирующих) методами неразрушающего контроля с целью выявления дефектов типа расслоение", утвержденной письмом РРР № 07-01.9-153 от 24.01.07 г... выявляются внутренние дефекты типа расслоение в различных частях корпуса.

Как было сказано выше, в многослойных судовых конструкциях выполненных из композиционных материалов обнаруживаются, как внутренние дефекты типа расслоение, расположенные внутри элемента конструкции, так и зоны нарушения соединений отдельных элементов с остальной конструкцией. Неразрушающий контроль судовой конструкции осуществляется со стороны слоя, обладающего меньшей жесткостью, т. е. декоративного слоя.

При проведении операций дефектоскопии в 2007 году с использованием методов неразрушающего контроля, как правило, внутренние дефекты типа расслоение обнаруживались на всех обследованных корпусах судов, изготовленных из композиционных материалов. Их количество и концентрация на единице площади поверхности корпуса судна, по всей видимости, зависят от места расположения, возраста корпуса судна, конструкции и примененных схем формования обшивки, механических характеристик судовых корпусных конструкций, изготовленных из композиционных материалов, условий и интенсивности эксплуатации судна

На рис. 13 приведены изображения дефектов, полученных в режиме порогового контроля (увеличенные).

Как правило, количество выявляемых внутренних дефектов типа расслоение площадью  $4 \text{ мм}^2$  и более, обнаруживаемых при проведении операций дефектоскопии, на судах, обследованных в 2007 году, составляло в среднем 150 – 170 дефектов на один корпус. При этом количество дефектов, площадь которых превысила нормы годности, установленные в соответствии с "Временной методикой исследования корпусов судов с динамическим способом поддержания (глиссирующих) методами неразрушающего контроля с целью выявления дефектов типа расслоение", на отдельных судах составило до 20 - 25% от общего количества. Площади обнаруженных дефектов на судах, обследованных в 2007 году, изменяются в диапазоне от 4 до  $1600 \text{ мм}^2$ . Изображения некоторых наиболее крупных, из обнаруженных дефектов, площадью от 100 до  $1600 \text{ мм}^2$  приведены на рис. 14 - 15.

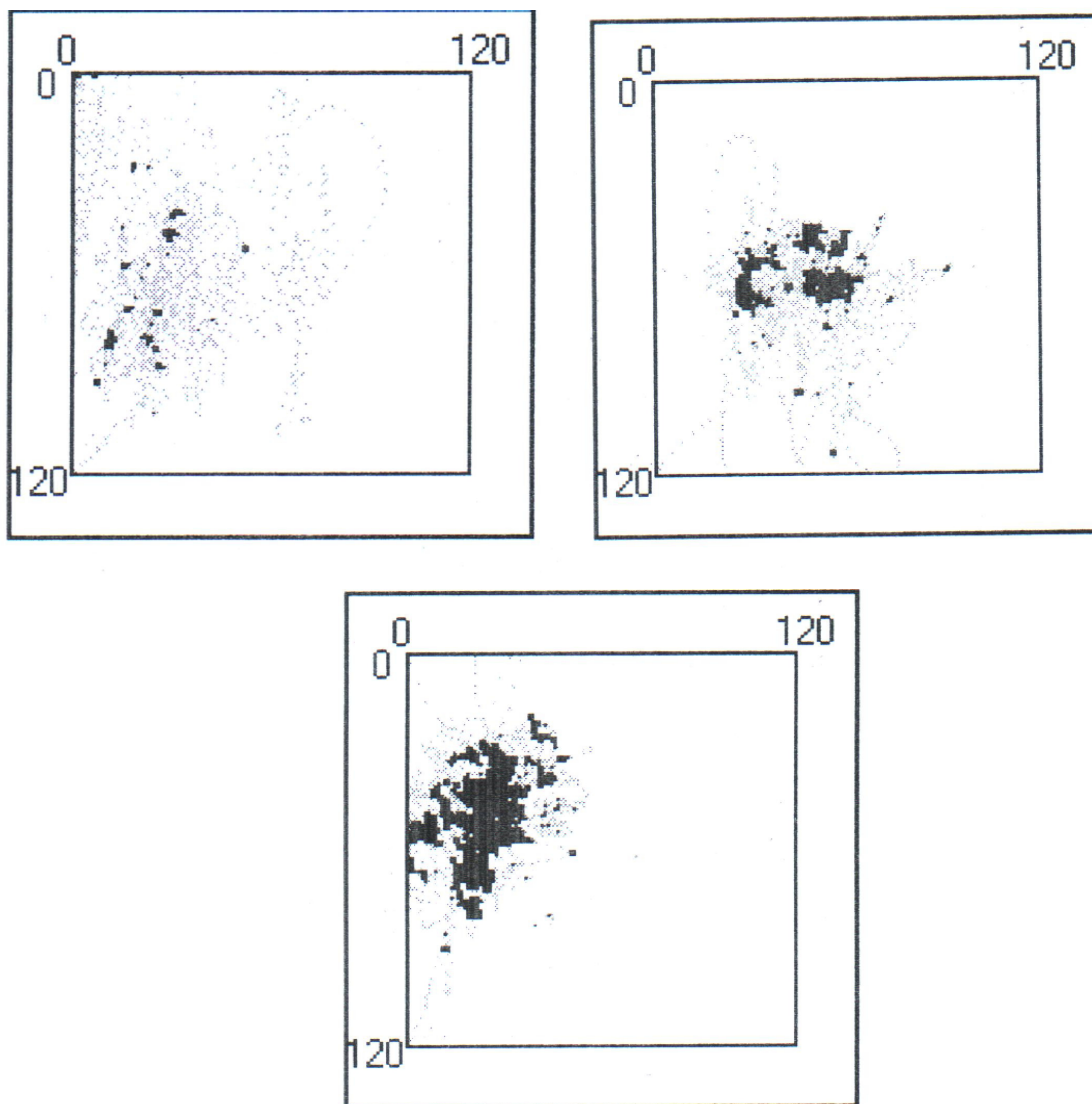


**Рис. 13. Изображения внутренних дефектов типа расслоение, полученных с помощью методов неразрушающего контроля.**

Наибольшая часть внутренних дефектов типа расслоение на судах в возрасте от 5 до 10 лет, обследованных в 2007 году, была выявлена на поверхности корпуса в подводной части. В районе надводного борта внутренние дефекты на корпусах судов в возрасте от 5 до 10 лет выявлены, в основном, только в местах воздействия сосредоточенных нагрузок (аварийные, навалы, швартовки и пр.)

На корпусах судов, имеющих возраст 16 – 24 года, внутренние дефекты типа расслоение выявлены практически по всей поверхности корпуса. Большое количество дефектов, из числа выявленных, имеют площадь, превышающую нормы годности, установленные в соответствии с "Временной методикой исследования корпусов судов с динамическим способом поддержания (глиссирующих) методами неразрушающего контроля с целью выявления дефектов типа расслоение".

Схемы расположения внутренних дефектов типа расслоение на поверхности различных корпусов обследованных судов приведены в Приложении 1.

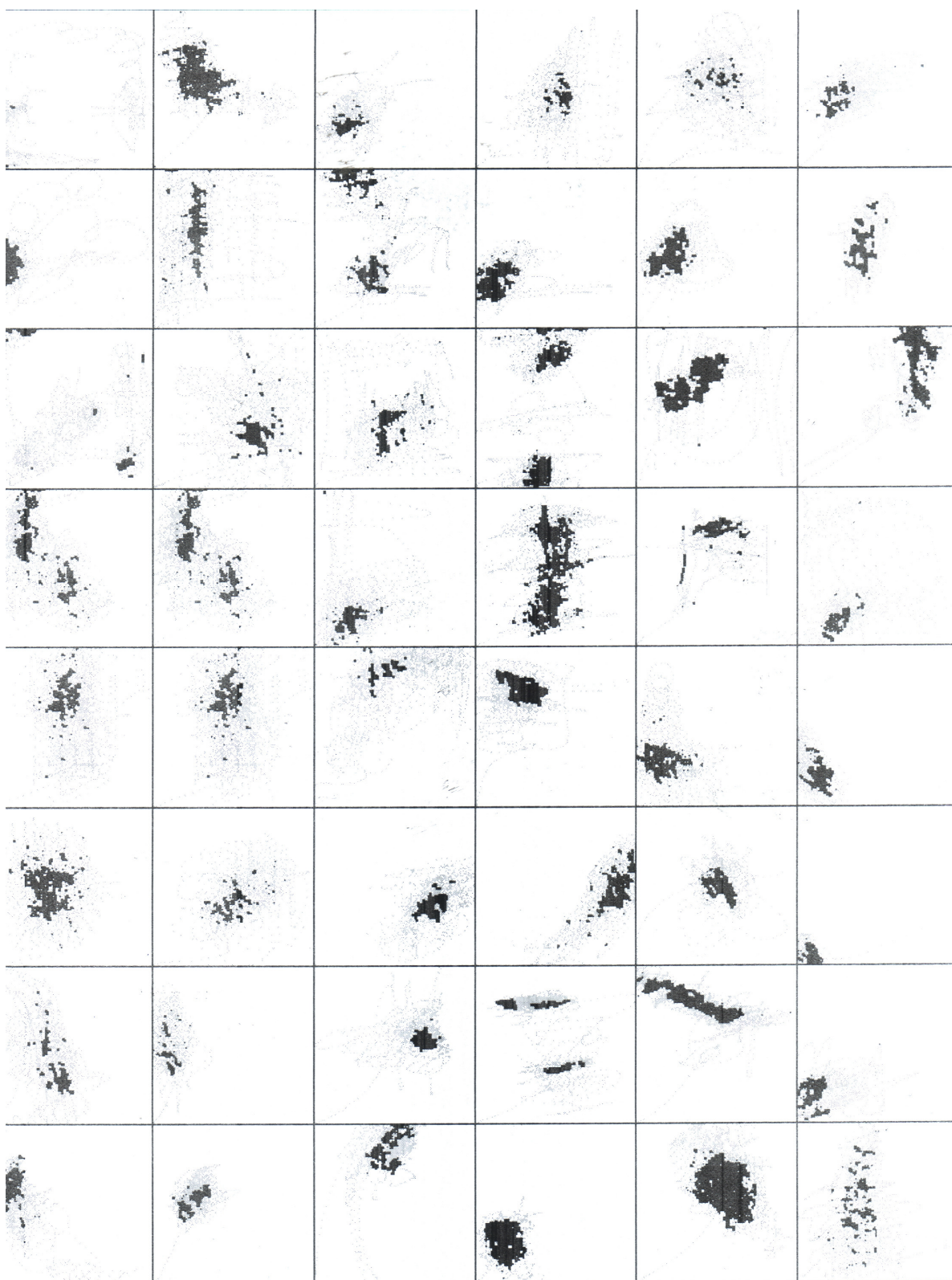


Рис.14. Изображения внутренних дефектов типа расслоение, полученных методом неразрушающего контроля размерами от 100 до 1600 мм<sup>2</sup>

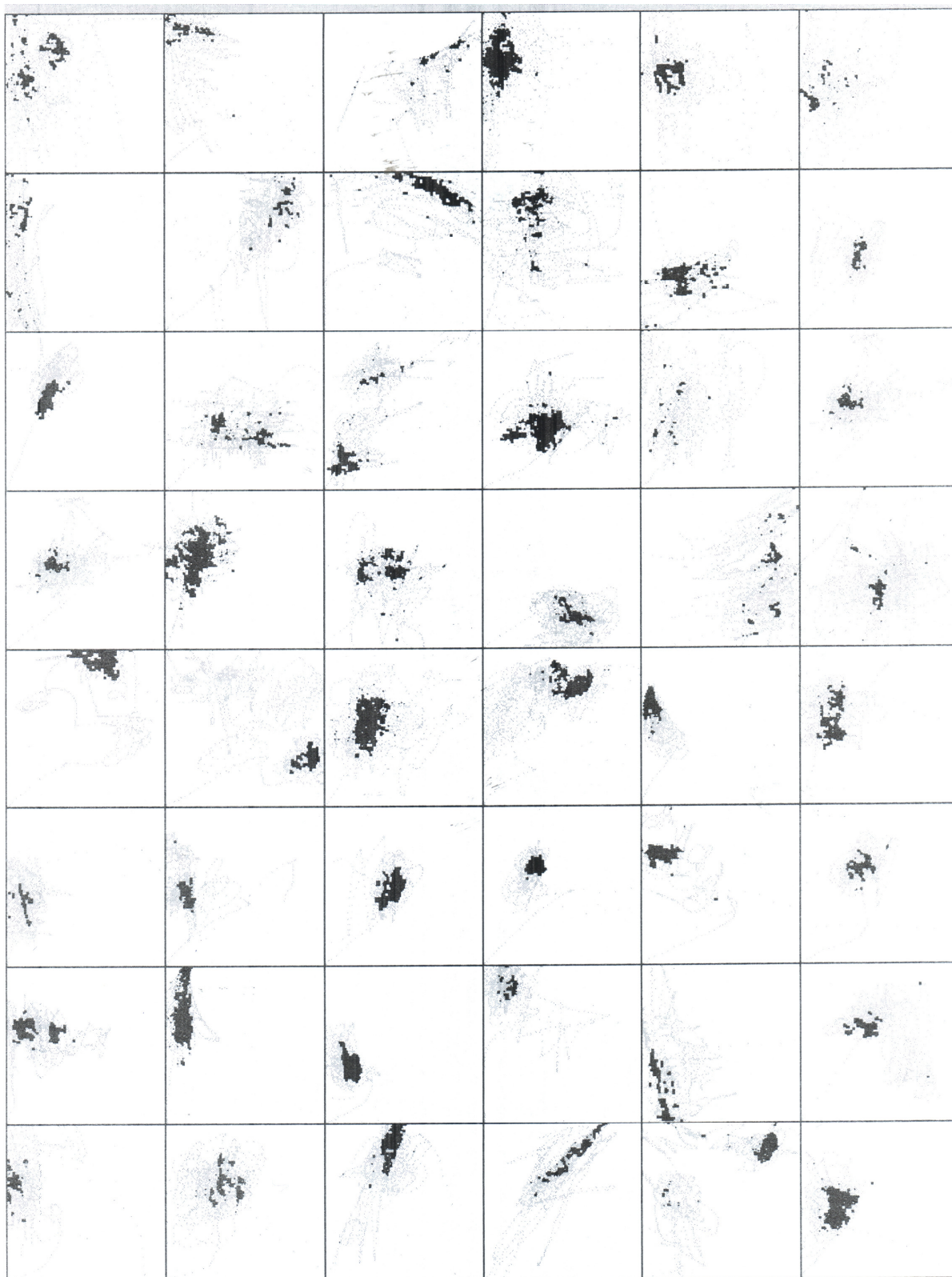


**Рис. 15. Изображения внутренних дефектов типа расслоение, полученных методом неразрушающего контроля размерами от 100 до 1600 мм<sup>2</sup> (продолжение)**

## 8. Аварийные повреждения обнаруженные на корпусах судов из композиционных материалов, прошедших дефектоскопию в 2007 году.

Из общего числа судов, находящихся под техническим наблюдением Московского филиала Российского Речного Регистра, прошедших процедуру дефектоскопии в 2007 году, два судна принимали участие в столкновениях с другими транспортными средствами (гидроциклами), а несколько имели навалы бортом или транцем на сваи, причальные сооружения и другие объекты. Одно судно из общего числа проходило дефектоскопию при процедуре внеочередного освидетельствования после аварийного происшествия. После удара гидроцикла в борт судна декоративному слою были нанесены минимальные повреждения (см. рис. 16). Внутри судна из-за прогиба бортового перекрытия возникли разрушения обстройки и судовой мебели, примыкавших к борту. При дефектоскопии была обнаружена зона расслоений, возникшая вокруг пятна контакта. (См. рис. 17)



**Рис. 16. Зона контакта при аварийном столкновении при отсутствии нарушений непроницаемости.**

На основании выполненных обследований корпусов методами неразрушающего контроля можно сделать вывод, что аварийные повреждения являются частой причиной возникновения дефектов типа расслоение в корпусных конструкциях, даже при отсутствии повреждений декоративного слоя. Корпуса судов, изготовленные из композиционных материалов, в процессе эксплуатации часто испытывают воздействия сосредоточенной нагрузки случайного характера на корпусные конструкции при швартовках, навалах на причальные сооружения, касания грунта и т.п. В ряде случаев воздействие сосредоточенной нагрузки не влечет нарушения герметичности, а в некоторых случаях отсутствуют даже существенные повреждения декоративного слоя. В то же время, динамическое воздействие сосредоточенной нагрузки при столкновении на корпусную конструкцию, имеющую достаточно большую прочность, сопровождается деформацией днищевого, бортового или кормового перекрытия в месте контакта, характеризующейся большой стрелкой прогиба в малом пролете (см. рис. 16, 17).



**Рис. 17. Зона расслоений вокруг пятна контакта при аварийном столкновении при отсутствии нарушений непроницаемости.**

При этом необходимо отметить, что площади многих дефектов в зоне расслоений вокруг пятна контакта имели величины, значительно превышающие предельно допустимые значения, установленные "Временной методикой исследования корпусов судов с динамическим способом поддержания (гλισсирующих) методами неразрушающего контроля с целью выявления дефектов типа расслоение", утвержденной письмом РРР № 07-01.9-153 от 24.01.07 г.

На основании выше изложенного можно сделать вывод, что аварийные происшествия в виде столкновений судна с плавающими и неподвижными объектами вызывают возникновение в корпусе судна, изготовленного из композиционных материалов, внутренних дефектов типа расслоение. Поэтому необходимо регламентировать проведение дефектоскопии корпусов судов из композиционных материалов при внеочередных освидетельствованиях после аварийных происшествий, связанных со столкновениями судов с судами, плавучими и неподвижными объектами, независимо от степени повреждений поверхностных слоев корпуса.

#### **9. Сводные данные, по проведенным в 2007 году операциям дефектоскопии, выводы, обоснование дальнейшего направления работ по дефектоскопии судов, находящихся под техническим наблюдением Российского Речного Регистра**

Дефектоскопия корпусов различных судов, изготовленных из композиционных материалов, выполненная в соответствии с "Временной методикой исследования корпусов судов с динамическим способом поддержания (глиссирующих) методами неразрушающего контроля с целью выявления дефектов типа расслоение", утвержденной письмом РРР № 07-01.9-153 от 24.01.07 г. показала регулярное обнаружение внутренних дефектов типа расслоение.

Как правило, обнаруженные внутренние дефекты типа расслоение с наибольшей частотой располагаются в районе переменной ватерлинии с большей интенсивно-

стью сосредоточения в носовой части. Более редкое скопление существенно меньшего количества дефектов фиксируется в погруженной части корпуса.

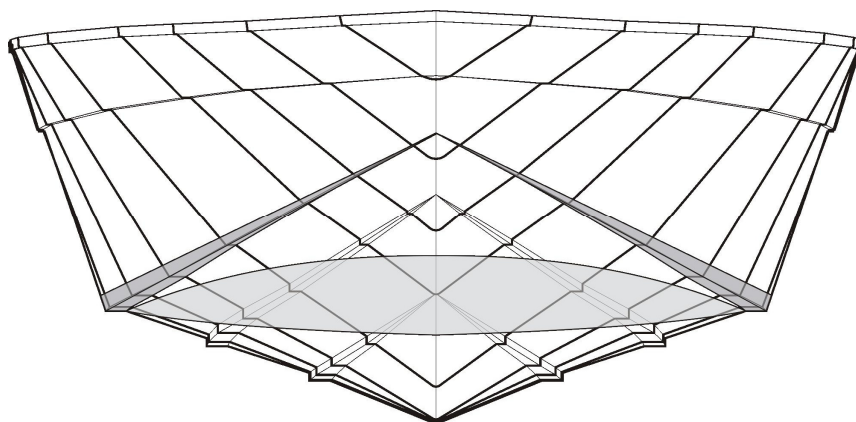


**Рис. 18. Расположение на корпусе зон высокой концентрации дефектов. Вид спереди.**

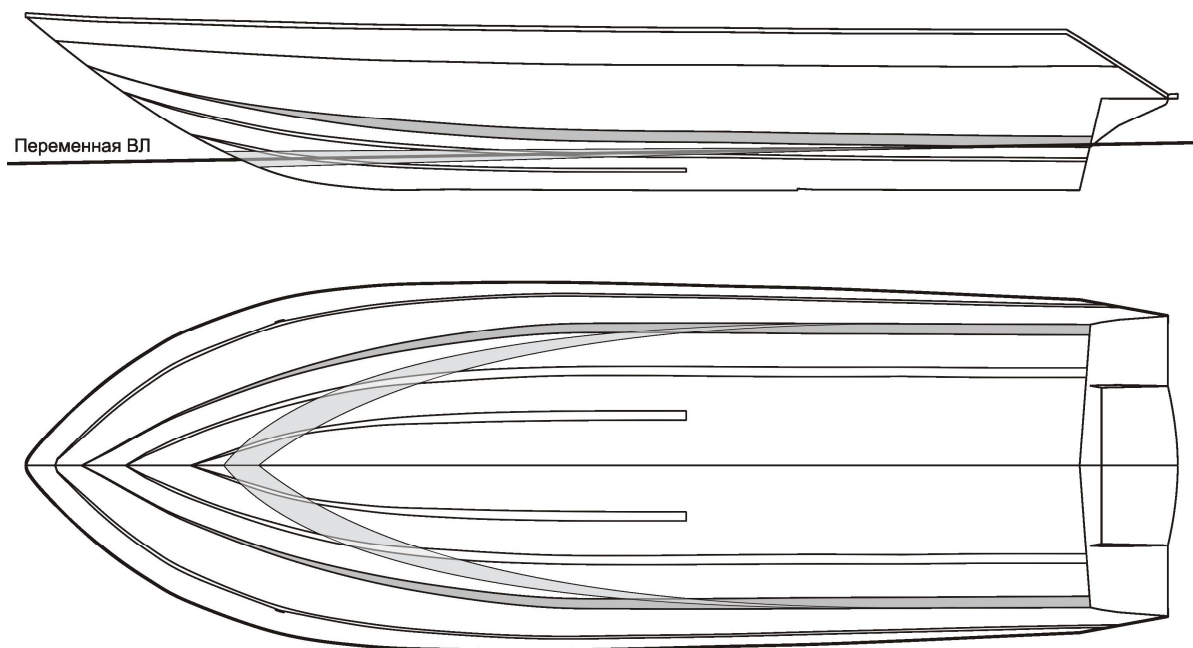


**Рис. 19. Расположение на корпусе зон высокой концентрации дефектов. Вид снизу.**

Необходимо отметить, что внутренние дефекты типа расслоение, площадь которых имеет превышение нормы годности в соответствии с "Временной методикой исследования корпусов судов с динамическим способом поддержания (гλισсирующих) методами неразрушающего контроля с целью выявления дефектов типа расслоение", выявлены в 2007 году на судах, изготовленных из композиционных материалов, имеющих срок эксплуатации не более пяти лет. При этом по сообщениям представителей судовладельцев, общее количество часов эксплуатации судна на момент освидетельствования составляло, в среднем, не более 200 часов в навигацию, или

не более одной тысячи часов за пять лет, в связи с чем, можно предположить достаточно низкий ресурс работы корпусных конструкций.

Выполненные в 2007 году обследования корпусов судов с динамическими способами поддержания, изготовленных из композиционных материалов, методами неразрушающего контроля, находящихся в эксплуатации под техническим наблюдением Московского филиала Российского Речного Регистра, позволили сделать следующие выводы:

- (выводы, предназначенные для служебного пользования)
- (выводы, предназначенные для служебного пользования)
- (выводы, предназначенные для служебного пользования)
- внешние дефекты, (кроме выходящих на поверхность корпуса трещин), в силу легкой возможности их устранения не оказывают существенного влияния на техническое состояние корпуса судна из композиционных материалов в процессе эксплуатации и не могут служить надежным и достоверным критерием его оценки;
- осмотические изменения поверхностных слоев, как правило, встречаются на корпусах судов, изготовленных из композиционных материалов, со сроком службы восемь лет и более;
- внутренние дефекты типа расслоение, площадь которых в соответствии с "Временной методикой исследования корпусов судов с динамическими способами поддержания (глиссирующих) методами неразрушающего контроля с целью выявления дефектов типа расслоение" превышает нормы годности, выявляются на судах, изготовленных из композиционных материалов, уже через пять лет с момента ввода в эксплуатацию, при достаточно ограниченном ресурсе;
- аварийные происшествия в виде столкновений судна с плавающими и неподвижными объектами вызывают возникновение в корпусе судна, изготовленного из композиционных материалов, внутренних дефектов типа расслоение независимо от степени поврежденности поверхностных слоев;
- необходимо более тщательно изучить факторы влияния осмотических изменений поверхностных слоев судовых корпусных конструкций на возникновение и развитие внутренних дефектов типа расслоение в районах осмотических изменений;
- необходимо производить операции дефектоскопии при внеочередных освидетельствованиях судов, изготовленных из композиционных материалов, после аварийных происшествий, связанных со столкновениями этих судов с судами, плавучими и неподвижными объектами, независимо от степени повреждений поверхностных слоев корпуса для получения объективной картины возникновения в корпусе внутренних дефектов;
- (выводы, предназначенные для служебного пользования)
- (выводы, предназначенные для служебного пользования)

## 10. Заключение

Изложенные в настоящем техническом отчете результаты и рассуждения, безусловно, не охватывают всего круга проблем, связанных с дефектоскопией корпусов судов из полимерных композиционных материалов, находящихся в эксплуатации, методами неразрушающего контроля. В тоже время, на основании выполненной работы можно сделать следующие **выводы**:

- сформирована база данных судов, имеющих корпуса из композиционных материалов, находящихся под техническим наблюдением Московского филиала Российского Речного Регистра, прошедших операции дефектоскопии в 2007 году;
- уточнены методы неразрушающего контроля, применяющиеся при операциях дефектоскопии корпусов судов из композиционных материалов, на базе операций дефектоскопии, выполненных в 2007 году;
- проведенными операциями дефектоскопии корпусов судов в 2007 году подтверждена правильность выбора основного оборудования для неразрушающего контроля корпусов судов из композиционных материалов с целью выявления эксплуатационных внутренних дефектов типа расслоение;
- (выводы, предназначенные для служебного пользования)
- описаны внешние дефекты, обнаруженные на корпусах судов из композиционных материалов, прошедших дефектоскопию в 2007 году;
- выявлены и описаны внутренние дефекты, обнаруженные на корпусах судов из композиционных материалов, находящихся в эксплуатации, на базе операций дефектоскопии, выполненных в 2007 году;
- выявлены и описаны аварийные повреждения обнаруженные на корпусах судов из композиционных материалов, находящихся в эксплуатации, на базе операций дефектоскопии, выполненных в 2007 году;
- сформированы сводные данные по обнаруженным внешним, внутренним и аварийным дефектам типа расслоение в корпусах судов из композиционных материалов, находящихся в эксплуатации под техническим наблюдением Московского филиала Российского Речного Регистра, из числа прошедших операции дефектоскопии в 2007 году;
- сделаны выводы, обоснован дальнейший ход направления работ по операциям дефектоскопии.

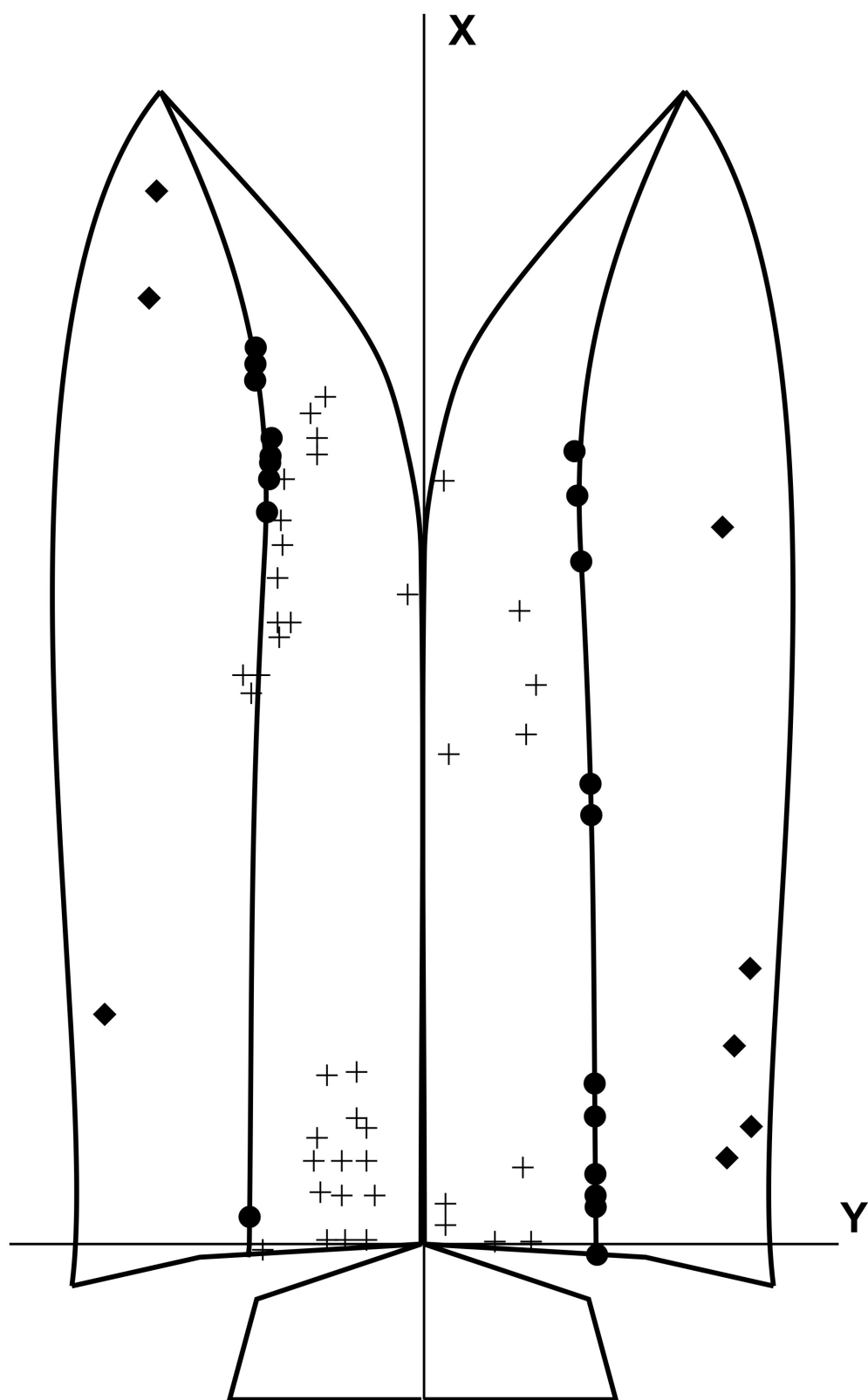


Рис.20. Расположение внутренних дефектов на наружной поверхности днища и бортов катера CrownLine-242CR, 2001 года, США

## Приложение 1 (продолжение)

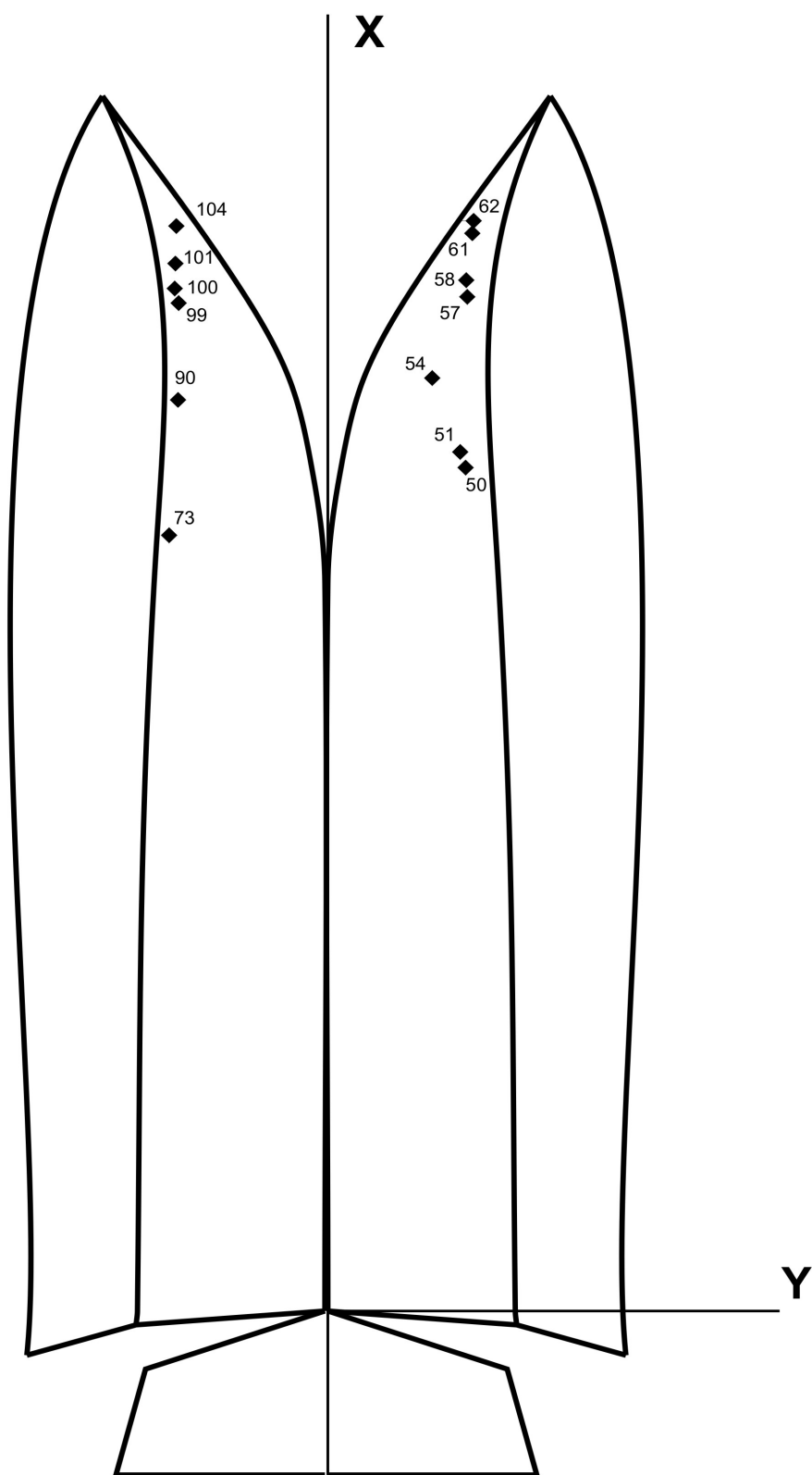


Рис.21. Расположение внутренних дефектов на наружной поверхности днища и бортов катера Sunseeker 44 Camarque, 2001 года, Великобритания

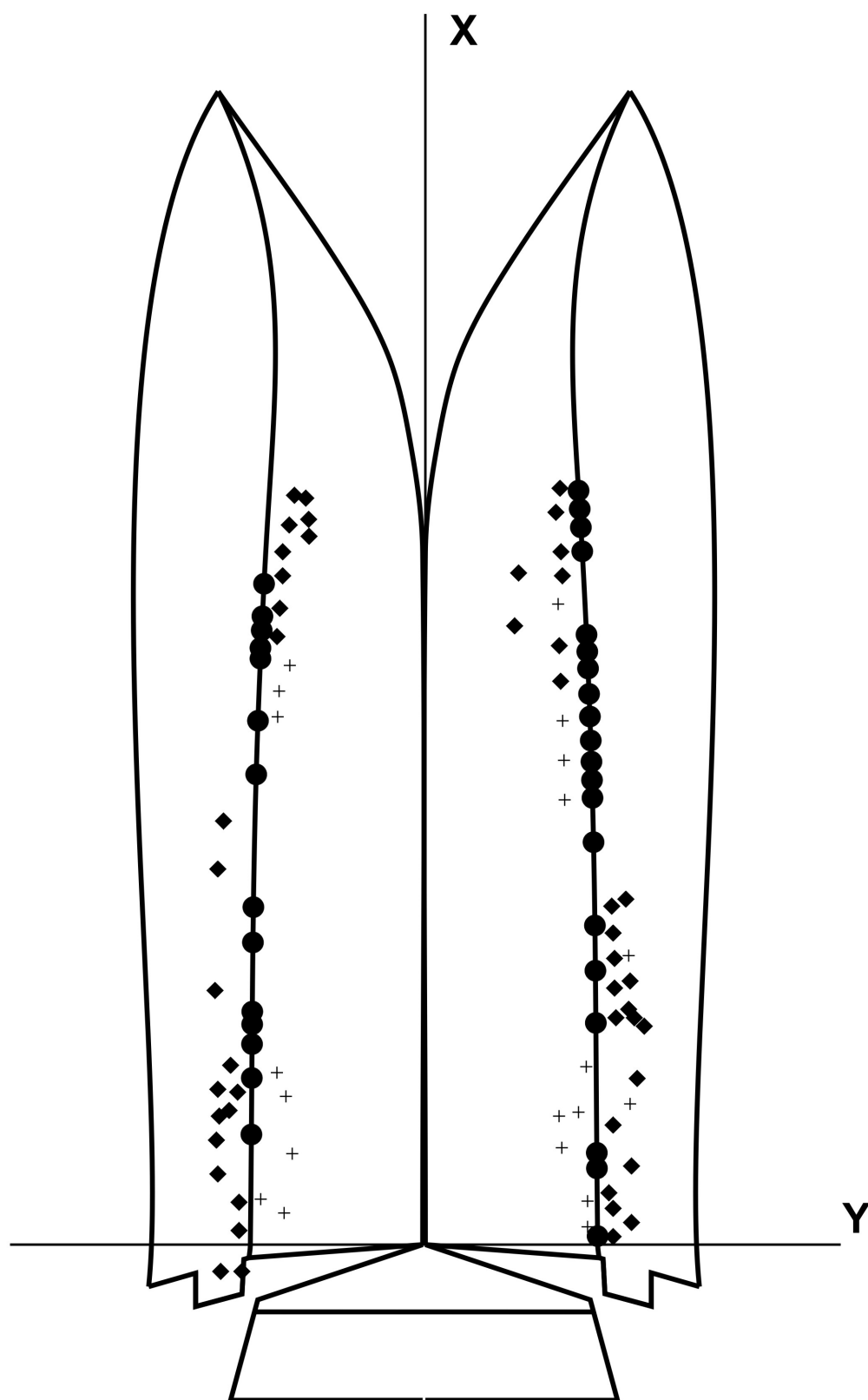


Рис. 22. Расположение внутренних дефектов на наружной поверхности дна и бортов катера FOUR WINNS, 238 Vista, 2000 года, США

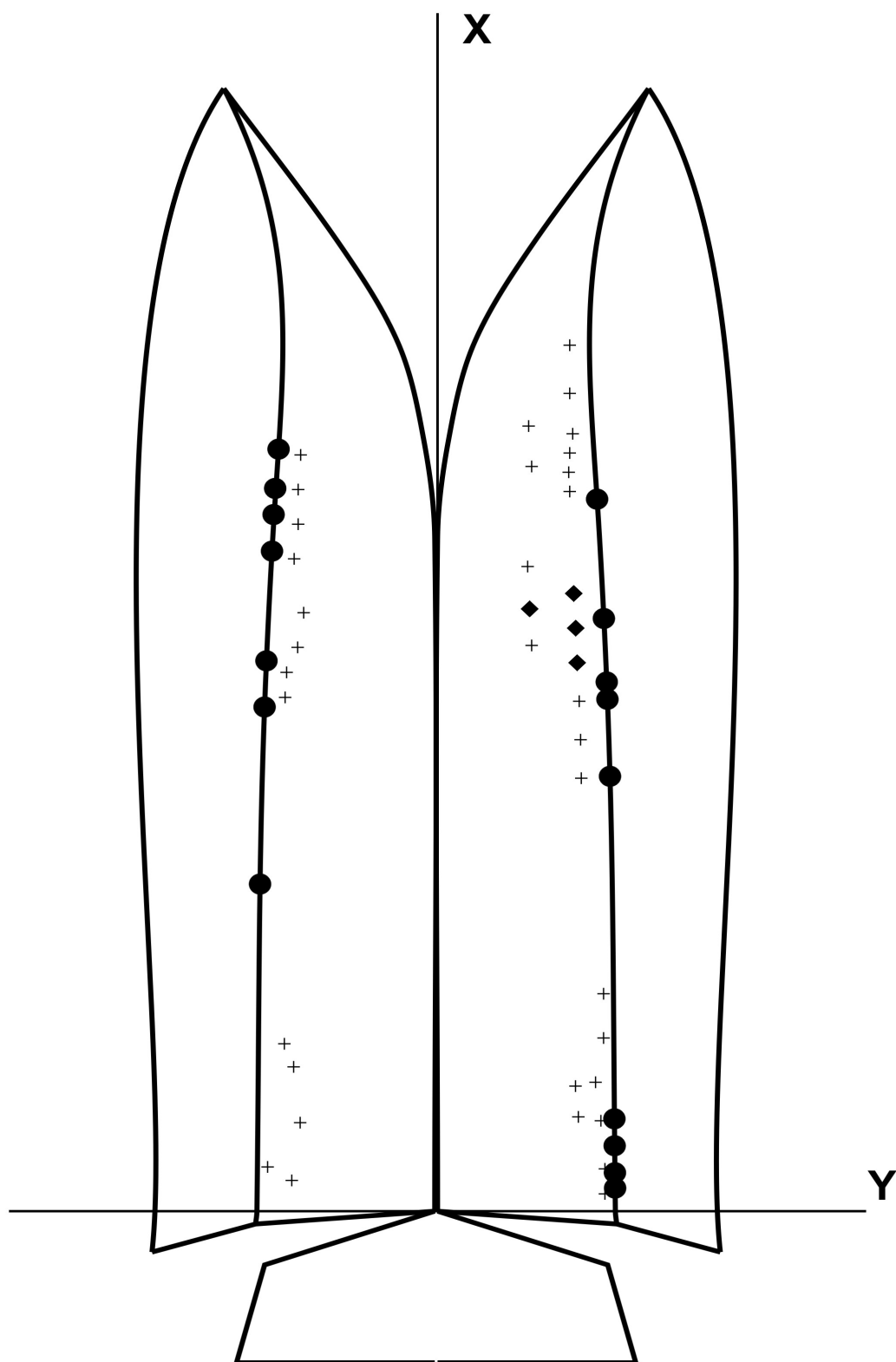


Рис.23. Расположение внутренних дефектов на наружной поверхности днища и бортов катера MAXUM 2000, 1998 года, США

## Приложение 1 (продолжение)

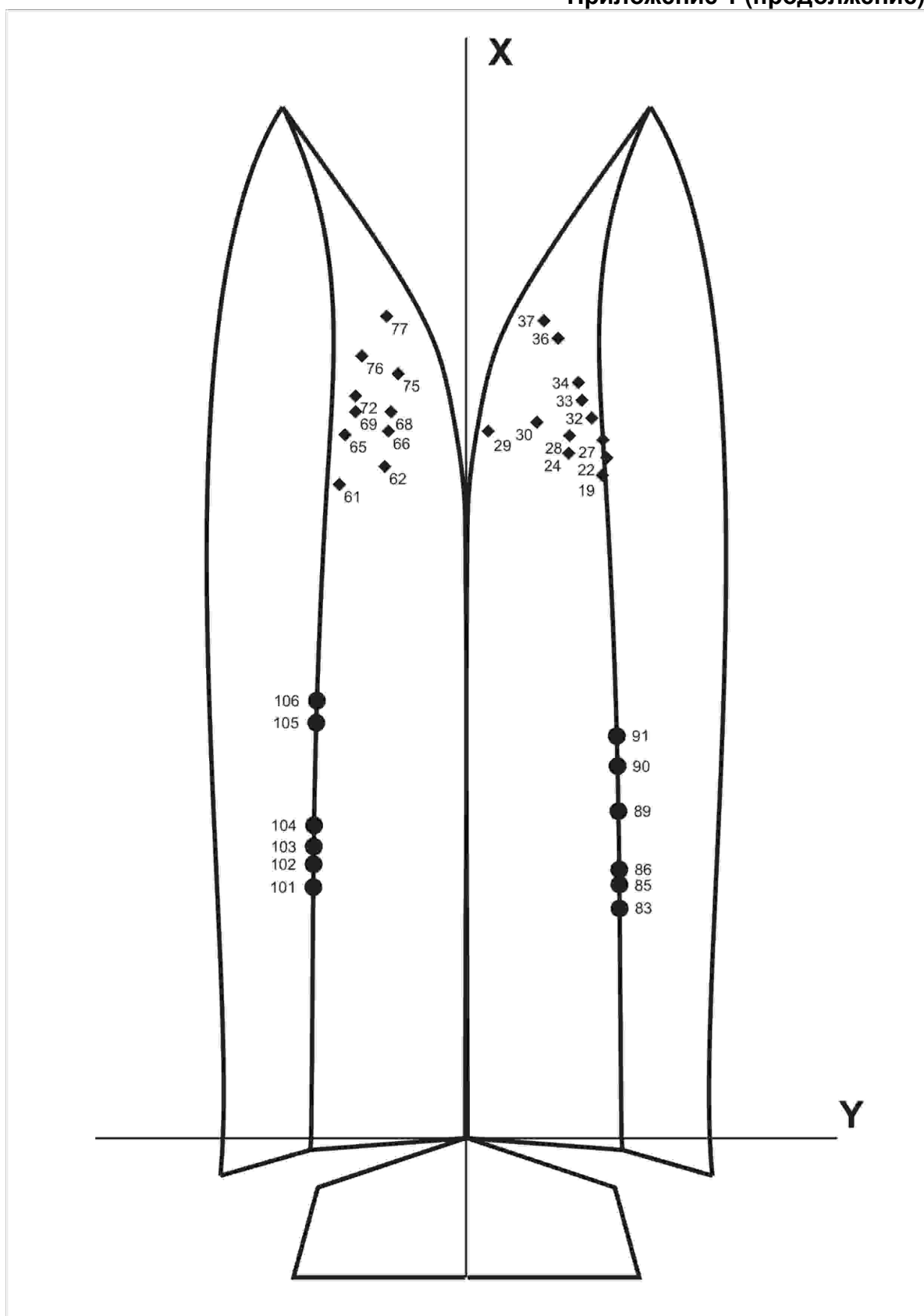


Рис.24. Расположение внутренних дефектов на наружной поверхности днища и бортов катера SIALINE F43, 2002 год, Великобритания

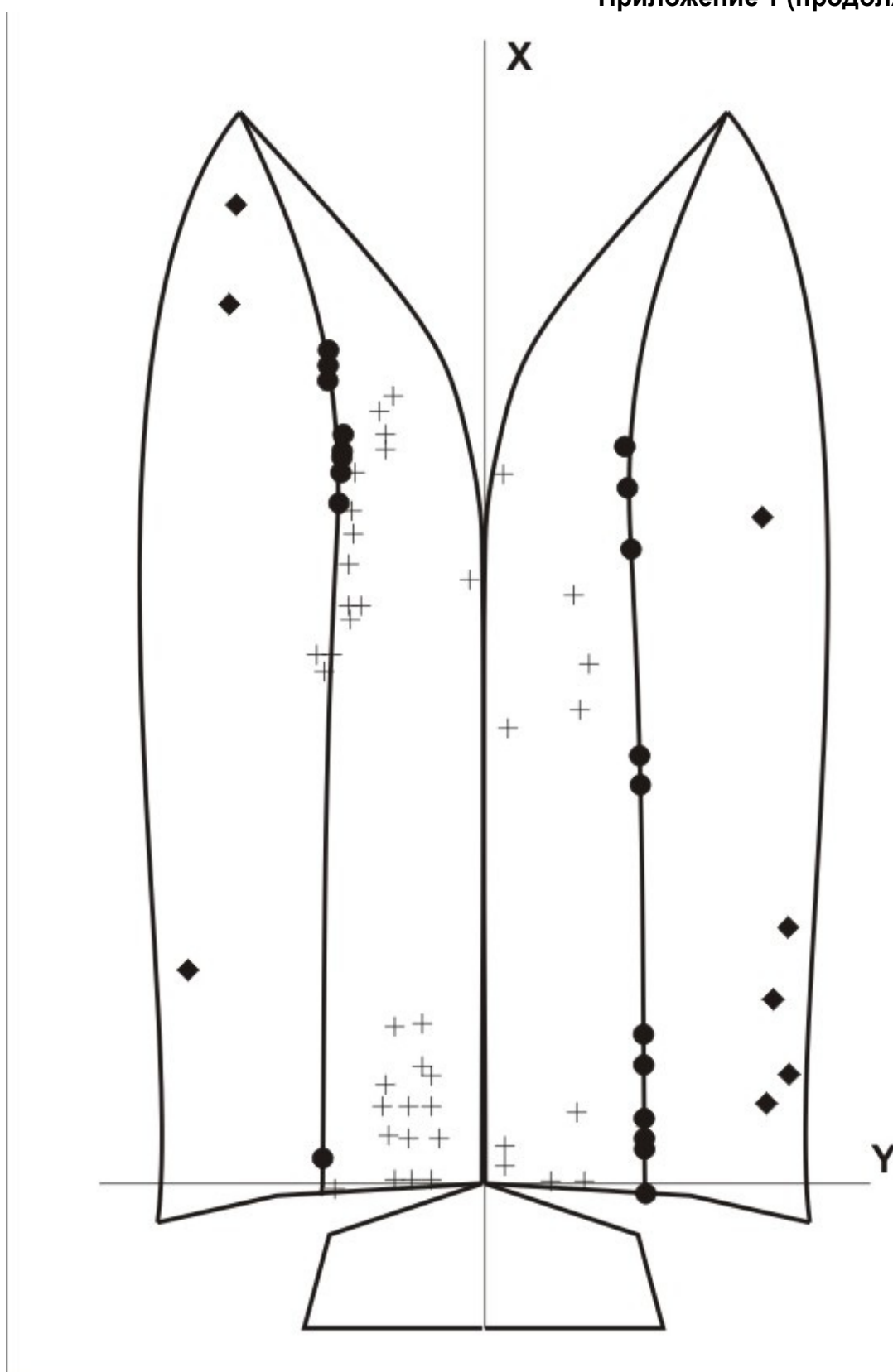


Рис.25. Расположение внутренних дефектов на наружной поверхности дна и бортов катера REGAL 2150 LSE, 2001 год, США

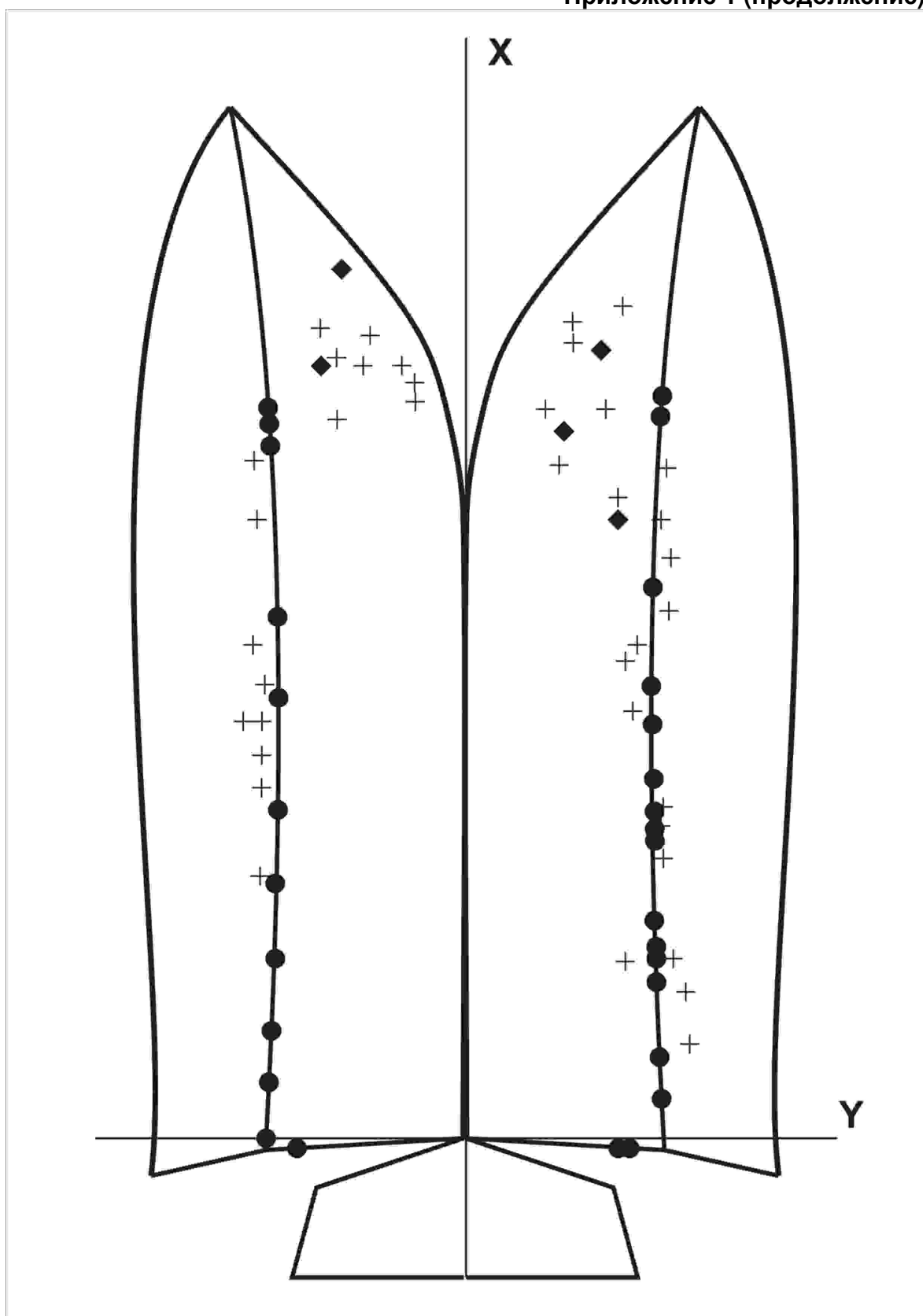


Рис.26. Расположение внутренних дефектов на наружной поверхности днища и бортов катера CHAPARREL 240SSI, 2002 год, США

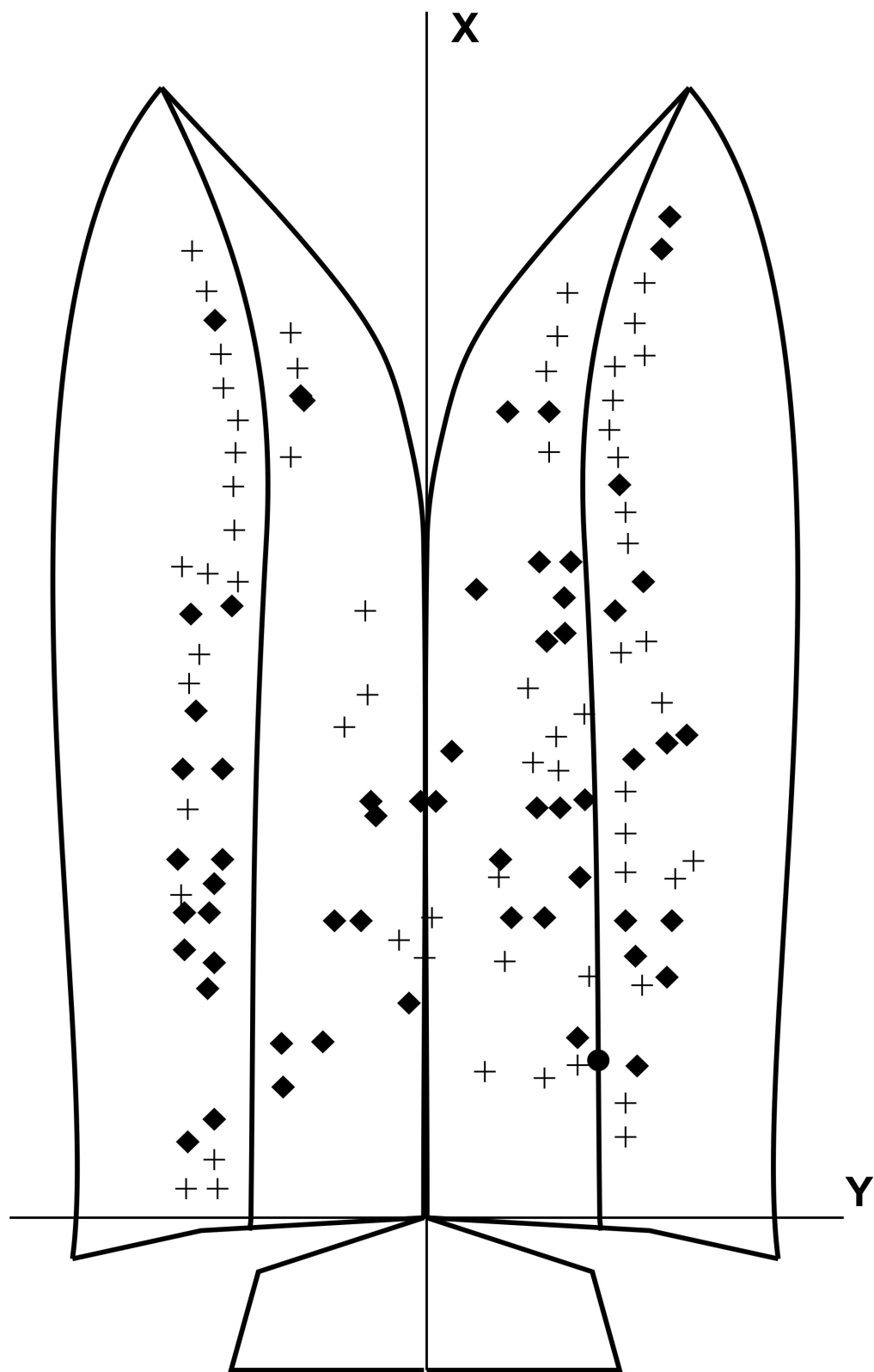


Рис.27. Расположение внутренних дефектов на наружной поверхности днища и бортов катера проекта 1370А, 1988 года, Россия

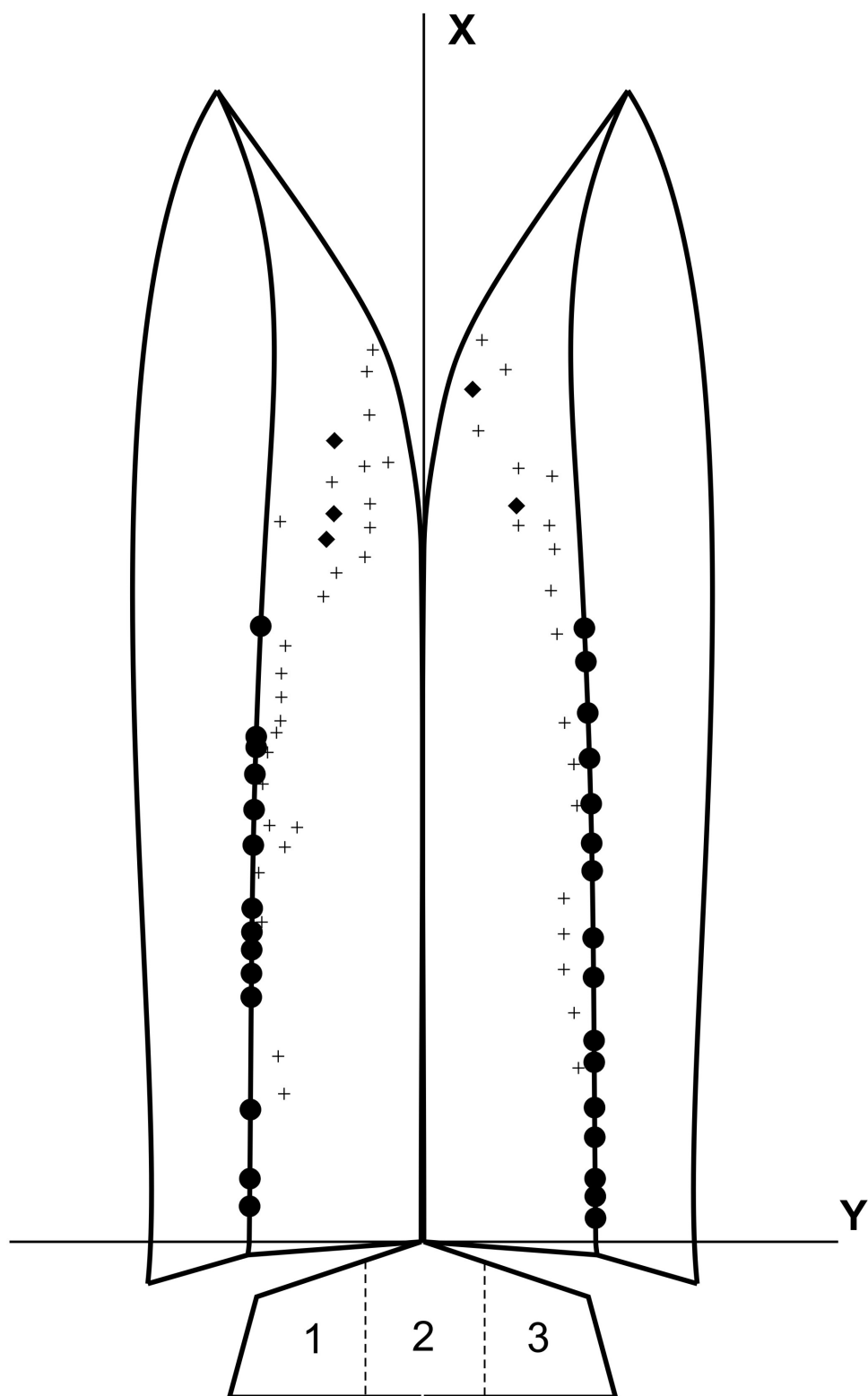


Рис.28. Расположение внутренних дефектов на наружной поверхности днища и бортов катера BAYLINER 2052, 1991 года, США

## Приложение 1 (продолжение)

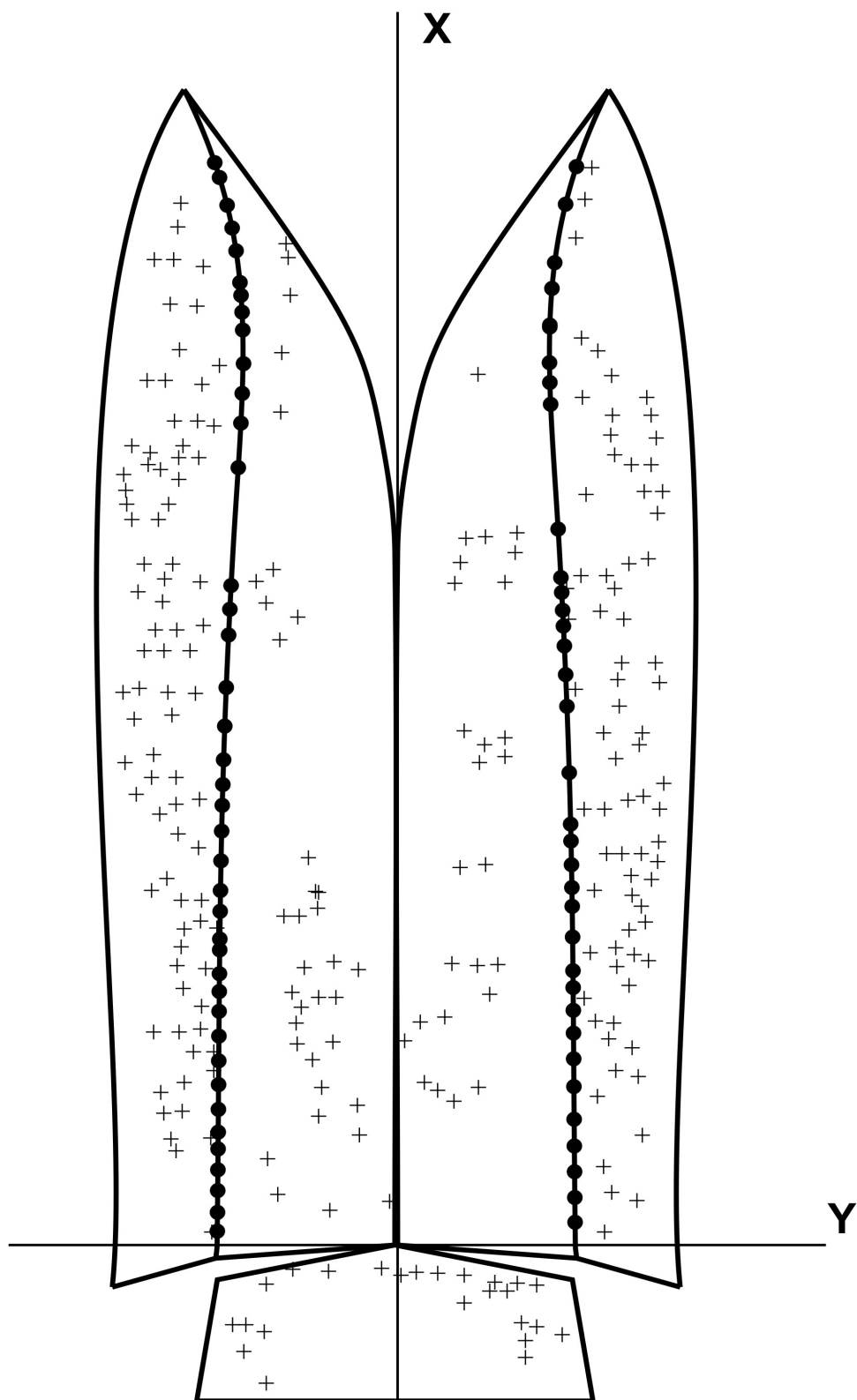


Рис.29. Расположение внутренних дефектов на наружной поверхности днища и бортов катера пр. Конрад – 1220М, 1983 год, ПНР

## Приложение 1 (продолжение)

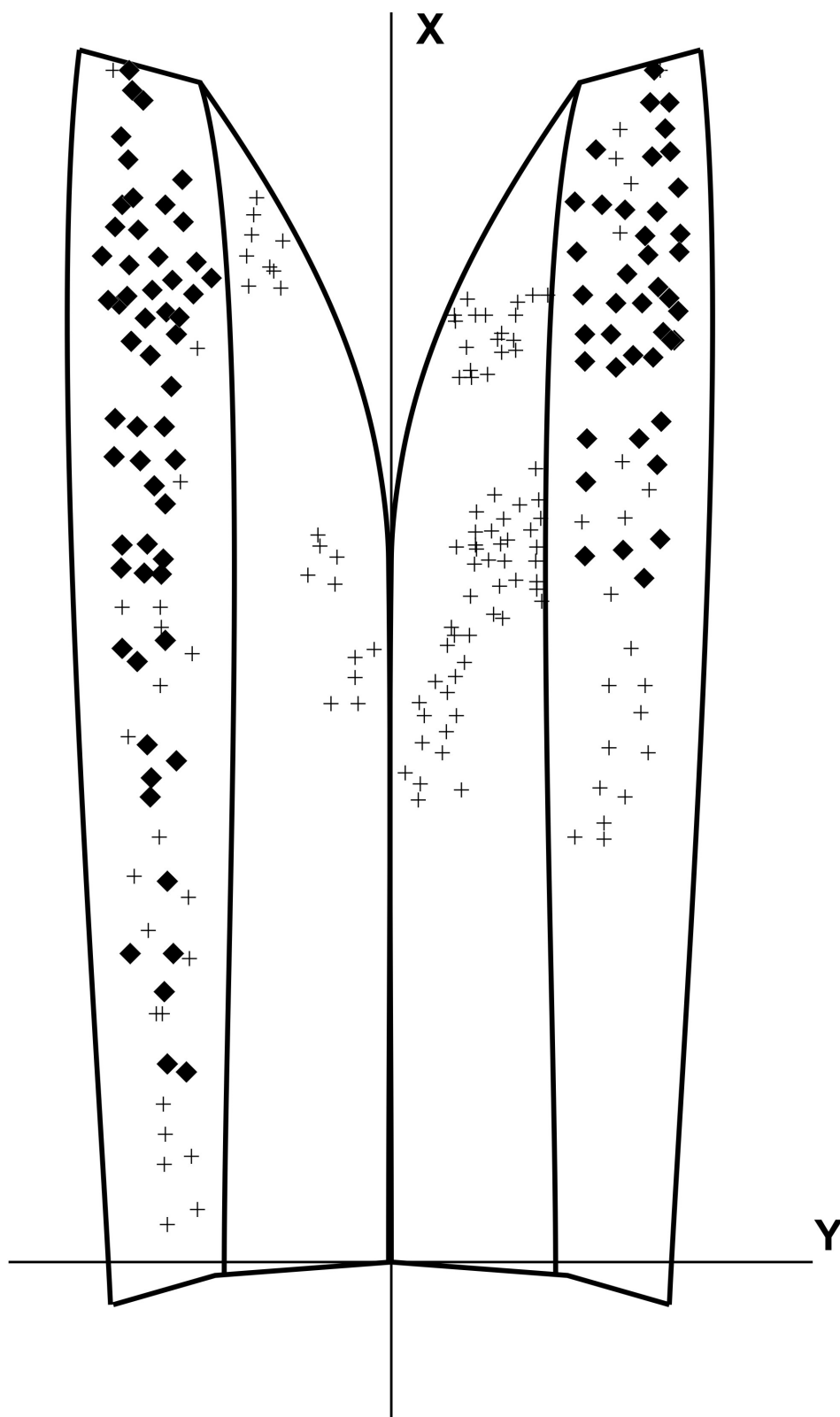


Рис.30. Расположение внутренних дефектов на наружной поверхности днища и бортов катера пр. Конрад – 1220М, 1983 год, ПНР

## Приложение 2

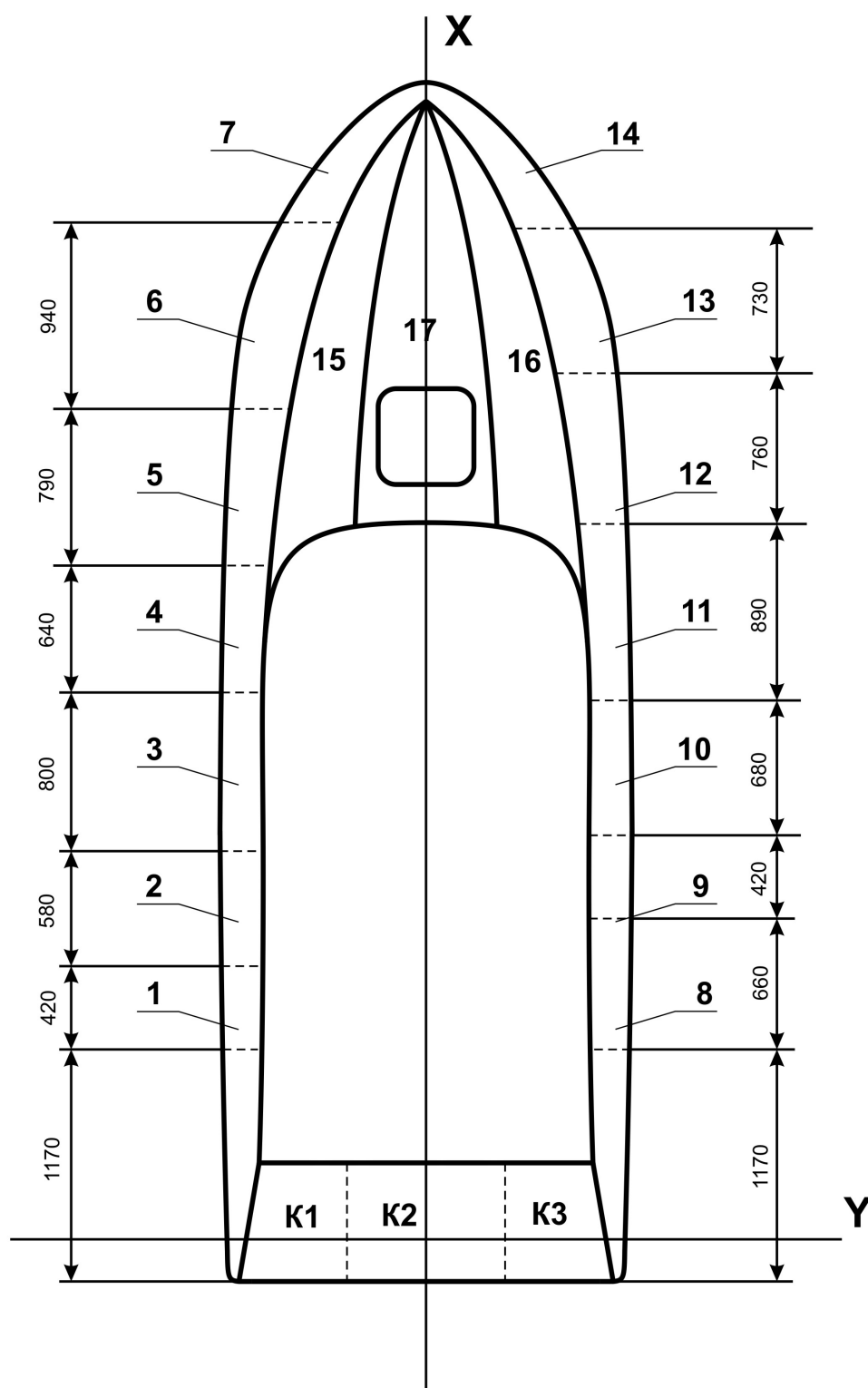


Рис.30. Расположение зон выявления внутренних дефектов на наружной поверхности палубы на примере катера MAXUM 2000, 1998 года, США