

печить его инфраструктуру, чему и способствует разработка и реализация предлагаемого проекта.

**Список литературы:**

- [1] Правила предотвращения загрязнения внутренних водных путей сточными и нефтесодержащими водами с судов ПР 152-002-95/ Минтранс РФ. – М.: 1995. – 23 с.
- [2] Суда внутреннего и смешанного (река-море) плавания. Санитарные правила и нормы: Сан-Пин 2.5.2-703-98. – М.: Минздрав России, 1998. – 144 с.
- [3] Курников А.С., Мизгирев Д.С., Домнина О.Л. Молочная Т.В. «Плавающий туристический комплекс». Патент на полезную модель № 85441 U1. Заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «ВГАВТ». – заявл. 30.03.2009; опубл. 10.08.2009 – 11 с.; ил.

*А.С. Курников, Т.В. Молочная, Д.С. Мизгирев*  
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА СУДОВЫХ ГРЕБНЫХ ВАЛОВ МЕТОДОМ НАПЛАВКИ**

Преждевременные разрушения в эксплуатации наплавленных судовых гребных валов влекут за собой убытки судовладельцам и судоремонтным предприятиям. Статистика последних лет возникновения подобных аварийных ситуаций свидетельствует о том, что большинство разрушений проходит на участках перехода от металла наплавки к основному металлу (плоскость А рис. 1, 2). На этих участках сосредоточены несколько концентраторов напряжений, к которым можно отнести:

- конструктивный, представляющий собой участок перехода от наплавки к телу вала вне ее;
- геометрический – в виде довольно резкого перехода от наплавки к основному металлу;
- первый структурный, обусловленный либо выходом на поверхность вала скопленных неметаллической фазы (включений), либо расположением неметаллической вблизи от поверхности;
- второй структурный – представляющий собой наличие в плоскости сосредоточения вышеуказанных концентраторов напряжений охрупченных участков металла в зоне сплавления наплавки с основным металлом (для сталей феррито-перлитного класса структуры металла, ориентированной на Видманштетт);
- к следующим концентраторам можно отнести сосредоточение в данных сечениях валов после ведения наплавочного процесса остаточных напряжений растяжения на двух участках сплавления, а именно, с основным металлом тела вала и между наплавочными валиками на местах начала и окончания наплавочного процесса.

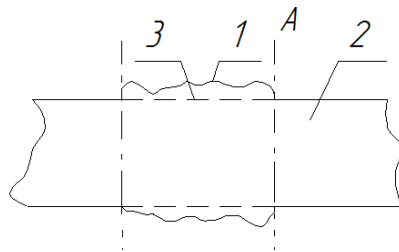


Рис. 1

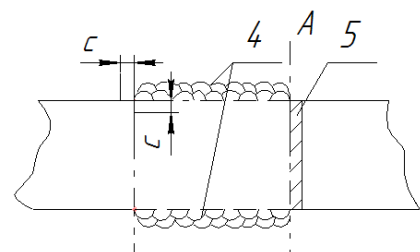


Рис. 2

Итого насчитывается в одном сечении на переходе от наплавки к основному металлу вала сосредоточение шести концентраторов напряжений.

Анализ причин преждевременного разрушения в эксплуатации наплавленных судовых гребных валов показал о необходимости :

- уменьшения вышеуказанных концентраторов напряжений ;
- по возможности исключения возможности их сосредоточения в одном сечении валов экономические потери испытывает как судовладелец за счет простоя судна, так и судоремонтное предприятие ;
- проведения перед наплавкой неразрушающего контроля макроструктуры вала на намечаемом участке перехода от металла наплавки к основному телу вала.

Поскольку особенности ремонта не учитываются в нормативно – технической документации на ремонт , включая Правила Речного Регистра (РРР), ГОСТа 8536-79 «Заготовки для судовых валов и баллеров рулей» и т.д (1,4),то авторами данной статьи было разработано новое технологическое решение на способ ремонта валов , заявленное на патент на изобретение (заявка № 2013101337 от 10.01.2013 г. кл. В23Р6/00, В23К9/00 ), прототипами которого явились технологические решения по ремонту, изложенные в источниках (2,3). Предложенный способ позволяет уменьшить вышеуказанные концентраторы напряжений при выполнении наплавки , а также снизить остаточные напряжения растяжения на участках перехода от наплавки к основному металлу вала.

*Способ ремонта валов, при котором* поверхность детали, подвергающейся наплавке, обрабатывают механическим способом на глубину, обеспечивающем допустимую толщину наплавленного слоя, контролируют поверхность наплавки на отсутствие поверхностных дефектов, выполняют наплавку с осуществлением контроля качества ее выполнения, при этом в сечениях участков сопряжения наплавки с основным металлом вала выявляют неразрушающим методом макроструктуру вала на наличие в ней участков скоплений неметаллических включений, определяют места их максимального приближения к поверхности вала, назначают участки начала и окончания наплавочного процесса на максимально удаленном от мест выхода на поверхность детали скоплений, при эксплуатации детали контролируют появление в сечениях перехода от металла наплавки к основному металлу недопустимых дефектов, а перед выполнением наплавки нагревают поверхность вала на участках перехода от металла наплавки к основному металлу детали на расстояние и глубину 0,5–1,0 с (где с – величина зоны термического влияния), до температур, обеспечивающих снятие остаточных сварочных напряжений в данных сечениях ,при этом после наплавки осуществляют замедленное охлаждение поверхности детали на этих участках.

Способ выполняют следующим образом.

Поверхность на участке интенсивного износа 1 вала 2 обрабатывают до поверхности 3. Затем контролируют поверхность детали на участке 3 и макроструктуру поперечного сечения детали в сечениях участков перехода от металла наплавки 4 к основному металлу вала (опасное сечение А вала 2) на отсутствие поверхностных дефектов. В случае наличия в макроструктуре участков скоплений неметаллических включений назначают участки начала наплавочного наплавочного процесса (точка Б) и окончания ,на максимально удаленном расстоянии, от мест выхода на поверхность детали скоплений включений (В и Г). Это условие необходимо для того, чтобы участки сопряжения начала и окончания наплавочного процесса , в которых формируются большие по величине внутренние остаточные напряжения не совпадали с местами скоплений неметаллических включений у поверхности вала. В противном случае остаточные сварочные напряжения, суммируясь с эксплуатационными, приводят к преждевременному появлению трещин на поверхностных участках скопления неметаллических включений , а затем – к полному разрушению вала при его эксплуатации. Скопления неметаллических включений распределены на определенных площадях и в объемах вала ,в результате чего назначают участки Д,Д1 (рис. 3) и (Д) (рис. 4) на мак-

симально удаленном расстоянии от мест выхода на поверхность детали скоплений включений (В, В1 и Г, Г1 на рис. 3) и (В и Г) рис. 4, при этом параметры макроструктуры отвечают допустимым нормам существующей нормативно-технической документации, в том числе баллу 2 по шкалам ГОСТа 8536-79 «Заготовки для судовых валов и баллеров рулей».

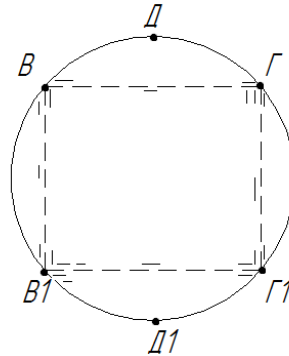


Рис. 3

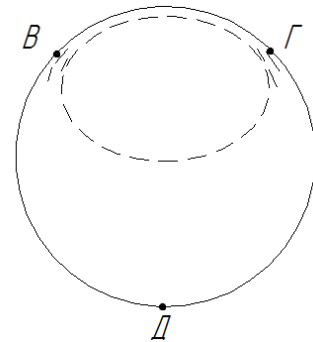


Рис. 4

Перед наплавкой конечных (для уменьшения применяемых энергозатрат) участков наплавки (расположенных вблизи сечения А), нагревают поверхность вала на участках перехода от металла наплавки к основному металлу детали (например, с помощью термополюсов 5) на расстояние и глубину в пределах 0,5–1,0 с, (где с – величина зоны термического влияния), до температур, обеспечивающих снятие остаточных сварочных напряжений в данных сечениях, а после наплавки осуществляют замедленное охлаждение поверхности детали на этих участках (например, применяя металлический кожух).

Величины температур снятия остаточных сварочных напряжений зависят от марки наплавляемой детали, так для углеродистых сталей она составляет 600 градусов Цельсия, для нержавеющей сталей аустенитного класса –700–800 градусов Цельсия и т.д.

Прогрев поверхности вала на расстояние и глубину:

- больше, чем 1,0 с ведет к не нужному перерасходу энергоресурсов;
- меньше, чем 0,5 с не дает ощутимого эффекта снижения остаточных сварочных напряжений на участке перехода от наплавки к телу детали вне участка восстановления.

Данный способ ремонта позволяет существенно повысить безопасность в эксплуатации деталей (валов) после проведения их ремонта наплавкой за счет следующего:

1) применения более полного контроля качества металла валов, используемых под наплавку и введения контроля опасных сечений ремонтной конструкции в процессе эксплуатации вала,

2) уменьшения вероятности появления недопустимых дефектов при эксплуатации вала в результате снижения остаточных сварочных напряжений в опасных сечениях ремонтной конструкции при проведении соответствующей термической обработки и при назначении участков начала и окончания наплавочного процесса на максимально удаленном расстоянии от мест выхода на поверхность детали скоплений неметаллических включений, определяемых по макроструктуре, на участке перехода от металла наплавки к телу вала вне ее.

#### Список литературы:

- [1] ГОСТ 8536-79 «Заготовки для судовых валов и баллеров рулей».

[2] Патент РФ 93010594 на изобретение, кл. В23Р6/00 опубл. 27.12.1995 г.

[3] Патент РФ на изобретение 2247014, кл. В23Р6/00, В 23К9/04, В 23К15/00, опубл. 29.08.2003 г.).

[4] ОСТ 5.9873-81 «Наплавка дуговая стальных деталей судовых машин и механизмов. Типовой технологический процесс. Правила приемки и методы контроля (п.п. 5.3.3–5.3.5, стр. 16,17, п.п. 7.3.1–7.3.3, стр. 34).

*А.С. Курников, О.Л. Почкалов*  
*ФБОУ ВПО «ВГАВТ»*

## **ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ЧАСТОТЫ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КАВИТАЦИИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЖИДКОСТЕЙ**

В науке и технике существует большое разнообразие жидкостей и задач, в которых ультразвуковая дегазация будет наилучшим решением. Описать области применения акустических устройств для дегазации и различные способы подачи ультразвука в жидкость, в короткой статье не представляется возможным.

В первый раз данный способ был предложен в 1928 году. Механизм действия ультразвука до конца пока еще не изучен. Есть некие предположения:

– ультразвук вызывает образование пустот в завихренной части, это и приводит к разрыву клеточных стенок бактерий;

– ультразвук вызывает выделение растворенного в воде газа, а пузырьки от газа, оказавшиеся в бактериальной клетке, вызывают разрыв клетки.

Превосходством применения ультразвука перед остальными методами обеззараживания сточных вод является его нечувствительность к таким моментам, как высокая мутность и цветность воды, количество микроорганизмов и присутствие в воде растворенных веществ.

Единственный момент, который оказывает большое влияние на обеззараживание сточных вод ультразвуком является – интенсивность ультразвуковых колебаний. Ультразвук – представляет собой звуковые колебания, частота которых существенно выше уровня частоты слышимости человеческого уха. Частота ультразвука от 20 000 до 1 000 000 Гц, в следствие чего и появилась способность, которая губительным образом отражается на состоянии микроорганизмов. Бактерицидное влияние ультразвука различной частоты очень существенно и зависит от интенсивности звуковых колебаний.

Для осуществления необходимого режима ультразвуковой очистки необходим выбор оптимальных значений интенсивности ультразвука и частоты колебаний. С повышением частоты кавитационный пузырек не достигает конечной стадии захлопывания, что снижает микроударное действие кавитации. Чрезмерное понижение частоты приводит к увеличению уровня воздушного шума, и требует увеличения габаритов излучателя. Поэтому большинство промышленных установок работает в диапазоне 20–44 килогерц.

Повышение интенсивности ультразвука сверх определенного предела приводит к увеличению амплитудного значения давления, и кавитационный пузырек вырождается в пульсирующий. При малых значениях интенсивности слабо выражена кавитация и все вторичные эффекты, возникающие в жидкости при введении ультразвуковых колебаний и определяющие эффективность очистки. Рабочий интервал интенсивности составляет 0,5–10 Вт/см<sup>2</sup>.

Т.е. самой оптимальной и эффективной частотой для озвучивания жидкостей является 20–22 КГц.