



УКРАЇНА

ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДОМСТВО

(19) Vy/~A (II)

(I3) CI

(5D5C 21 DJ/04, IO/04 ____

ИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ УДАРНОЇ ОБРОБКИ І ОПЕРАЦІЙНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЇ

1

(20)94322321 16 07 93

(21)4856580/SU

(22) 11 05 90

я

(24)28 02 97

(46)28 02 97 Бюл № 1

(56) 1 Авторское свидетельство СССР №1420035, кл С 21 D 2/04 1987

2 Авторское свидетельство СССР № 1562841, кл Q 01 N29/00 1988 (прототип)

(72) Патон Борис Євгенович Лобанов Леонід Михайлович, Статніков Єфім Шмульєвич (RU) Воструж Євгеній Алексєєєч (RU), Чірцов Сергей Жоржевіч (RU), Арановскій Дмитрій Євгеньєвіч (RU), Труфяков Володимир Іванович, Міхеєв Павло Петрович

(73) Державне науково-виробниче підприємство (ДНВП) 'Квант' (UA) Інститут електророзварювання ім Є О Патона НАН України (UA)

(57) 1 Способ ультразвуковой ударной обработки преимущественно сварных металлоконструкций ударными элементами, соединенными с ультразвуковым преобразователем включающий подачу вынужденных колебаний ультразвуковой частоты через преобразователь на ударные элементы и воздействие на обрабатываемую поверхность материала ударными элементами с заданной по технологии амплитудой смещения их выходных торцев перпендикулярно обрабатываемой поверхности, отличающийся тем что дополнительно периодически прекращают подачу вынужденных колебаний ультразвуковой частоты на преобразователь, измеряют частоту и амплитуду собственных механических колебаний преобразователя под нагрузкой, по частоте собственных колебаний осуществляют автоматическую подстройку частоты вынужденных колебаний после возобновления подачи колебаний ультразвуковой частоты на преобразователь по изменению амплитуды

туды собственных колебаний изменяют длительность последующей подачи вынужденных колебаний па преобразователь, при достижении амплитудой собственных колебаний верхнего критического значения определяемого из условия достижения верхнего заданного уровня пластической деформации материала, подачу вынужденных колебаний на преобразователь прекращают при дальнейшем снижении амплитуды собственных колебаний до нижнего критического значения, определяемого из условия достижения нижнего заданного уровня пластической деформации материала, подают на преобразователь вынужденные колебания и циклы подачи и снятия вынужденных колебаний на преобразователь повторяют до момента стабилизации декремента затуханий, после чего осуществляют обработку другого участка поверхности

2 Способ по п 1, отличающийся тем что при снижении амплитуды собственных колебаний до нижнего критического значения подают на преобразователь вынужденные колебания с амплитудой соответствующей верхнему критическому значению

3 Способ по п 1, отличающийся тем что в начале ультразвуковой ударной обработки подают на преобразователь заданное по технологии напряжение возбуждения U_n и задают количество периодов вынужденных колебаний Γ , после подачи которых на преобразователь измеряют амплитуду (U_k) собственных колебаний, определяют коэффициент (K_b) восстановления амплитуды колебаний

к. Uк-Uн Гн

а также количество периодов Γ_m необходимое для достижения верхнего критического

значения амплитуды колебаний U_{BK} по соотношению

$$P_n \frac{U_{BK}-U_K}{U_K}$$

А. Операционный технологический комплекс для ультразвуковой ударной обработки, содержащий ударные элементы, соединенные с ультразвуковым преобразователем, генератор, соединенный выходом с ультразвуковым преобразователем, блок памяти, средство измерения собственных механических колебаний преобразователя, выход которого через систему автоматической подстройки частоты соединен с генератором, отличающийся тем, что он снабжен компаратором, арифметическо-логическим устройством, программируемым адаптивным контроллером, причем второй выход средства измерения собственных

механических колебаний преобразователя соединен с первым входом арифметическо-логического устройства, третий выход - с первым входом компаратора, а управляющий вход - с первым выходом программируемого адаптивного контроллера, второй выход которого соединен со вторым входом генератора, а первый, второй, третий и четвертый входы соединены, соответственно, с первым выходом компаратора, выходом генератора, первым выходом блока памяти, первым выходом арифметическо-логического устройства, второй вход которого соединен со вторым выходом блока памяти, третий вход - со вторым выходом компаратора, и второй выход - с первым входом блока памяти, третий выход компаратора соединен со вторым входом блока памяти, третий выход которого соединен со вторым входом компаратора.

Заявляемое изобретение относится к области технологического применения ультразвуковых колебаний (УЗК) и может быть использовано в машиностроении, судостроении и других отраслях промышленности, связанных с производством сварных конструкций, при разработке эффективных методов и оборудования для повышения качества, надежности и долговечности объектов производства с высокими потребительскими свойствами, работающих при больших эксплуатационных нагрузках, близких к пределам статической, динамической, малоцикловой и многоцикловой прочности конструкционных материалов.

Наиболее близким решением операционного технологического комплекса является устройство для ультразвуковой ударной обработки, которое содержит ударные элементы, соединенные с ультразвуковым преобразователем; генератор, соединенный с выходом с ультразвуковым преобразователем; блок памяти; средство измерения собственных механических колебаний преобразователя, выход которого через систему автоматической подстройки частоты соединен с генератором.

Однако такое устройство для ультразвуковой ударной обработки не обеспечивает адаптацию режима работы комплекса к заданным параметрам обработки, минимизацию затрат энергии в адаптивном режиме, автоматизацию контроля качества, так как схема прототипа не обеспечивает формирование и анализ информационного сигнала,

характеризующего текущий эквивалентный возможному управляющему сигналу параметр нагрузки (например, добротность).

8 основу изобретения положена задача создания такого способа ультразвуковой ударной обработки и операционного технологического комплекса, который обеспечит достижение заданного качества обработки сварных соединений в адаптивном режиме при минимальном потреблении энергии, автоматизации управления и контроля за счет модуляции управляющего сигнала в заданном для данного материала интервале критических амплитуд смещений и контроля изменения добротности системы по мере пластического деформирования обрабатываемой поверхности.

Поставленная цель достигается с помощью предложенного способа анализа информационного сигнала обратной связи, формирования управляющих сигналов, анализа сигнала, характеризующего качество обработанной поверхности, и схемы, обеспечивающей их реализацию.

Для достижения этой цели предложен способ ультразвуковой ударной обработки, преимущественно сварных металлоконструкций ударными элементами, соединенными с ультразвуковым преобразователем, включающий подачу вынужденных колебаний ультразвуковой частоты через преобразователь на ударные элементы и воздействие на обрабатываемую поверхность материала ударными элементами с заданной по технологии амплитудой смеще-

ния их выходных торцов перпендикулярно обрабатываемой поверхности, о котором дополнительно периодически прекращают подачу вынужденных колебаний ультразвуковой частоты на преобразователь, измеряют 5 частоту и амплитуду собственных механических колебаний преобразователя под нагрузкой, по частоте собственных колебаний осуществляют автоматическую подстройку частоты вынужденных колебаний после возобновления подачи колебаний ультразвуковой частоты на преобразователь, по изменению амплитуды собственных колебаний изменяют длительность последующей подачи вынужденных колебаний на преобразователь, при достижении амплитудой собственных колебаний верхнего критического значения, определяемого из условия достижения верхнего заданного уровня пластической деформации материала, подачу вынужденных колебаний на преобразователь прекращают, при дальнейшем снижении амплитуды собственных колебаний до нижнего критического значения, определяемого из условия достижения нижнего заданного уровня пластической деформации материала, подают на преобразователь вынужденные колебания и циклы подачи и снятия вынужденных колебаний на преобразователь повторяют до момента стабилизации декрементов затуханий, после чего осуществляют обработку 30 другого участка поверхности

Целесообразно для снижения амплитуды собственных колебаний до нижнего критического значения подавать на преобразователь вынужденные колебания с 35 амплитудой, соответствующей верхнему критическому значению

Целесообразно в начале ультразвуковой ударной обработки подавать на преобразователь заданное по технологии 40 напряжение возбуждения U_n и задавать количество периодов вынужденных колебаний n . После подачи которых на преобразователь измеряют амплитуду (U^*) собственных колебаний, определяют коэффициент (K_b) 45 восстановления амплитуды колебаний

$$\frac{U^*}{U_n}$$

а также количество периодов n , необходимое для достижения верхнего критического значения амплитуды колебаний $U_{кр}$ по соотношению

$$U^* = U_n \cdot K_b$$

Для достижения этой цели предложен также операционный технологический ком-

плекс для ультразвуковой ударной обработки, содержащий ударные элементы, соединенные с ультразвуковым преобразователем, генератор, соединенный выходом с ультразвуковым преобразователем, блок памяти, средство измерения собственных механических колебаний преобразователя, выход которого через систему автоматической подстройки частоты соединен с генератором, причем комплекс снабжен компаратором, арифметическо-логическим устройством, программируемым адаптивным контроллером, причем второй выход средства измерения собственных механических колебаний преобразователя соединен с первым входом арифметическо-логического устройства, третий выход - с первым входом компаратора, а управляющий вход - с первым выходом программируемого адаптивного контроллера, второй выход которого соединен со вторым входом генератора, а первый, второй, третий и четвертый входы соединены, соответственно, с первым выходом компаратора, выходом генератора, первым выходом блока памяти, первым выходом арифметическо-логического устройства, второй вход которого соединен со вторым выходом блока памяти, третий вход - со вторым выходом компаратора, и второй выход - с первым входом блока памяти, третий выход компаратора соединен со вторым входом компаратора

Предложенный авторами способ и операционный технологический комплекс обеспечивают достижение заданной степени обработки при минимальном энергопотреблении за счет анализа обратного сигнала, формирования управляющего сигнала и широтно-импульсной модуляции напряжения возбуждения на резонансной частоте колебательной системы под нагрузкой

На фиг 1 представлена эпюра огибающей УЗК, обрабатываемых схемой обработки обратного сигнала, на фиг 2 - функциональная блок-схема операционного технологического комплекса, поясняющая работу схемы обработки обратного сигнала

Сущность изобретения заключается в том, что обработка обратного сигнала с выхода высокочастотного электромеханического преобразователя в фазе собственных колебаний конструкции осуществляется следующим образом

В момент включения инструмента пользователем в начале обработки конструкции программируемый адаптивный контроллер (ПАК) 5 устанавливает начальную амплитуду напряжения U_n на ИП 1 значение которой находится в блоке памяти 4. Через заранее заданное в блоке памяти 4 число периодов

50

55

УЗК Пн соответствующее интервалу времени п.

ПАК 5 выдает команду ИП 1 сделать измерительную паузу нормированной длительности г, во время которой по следующей команде ПАК производится измерение конечного значения амплитуды U^* о блоке измерения обратного сигнала (ОС) 3, получаемого с инструмента 2. Значения U_n , U_k и Пн передаются в арифметическо-логическое устройство (АЛУ) 7, производящее вычисление по формуле

$$U_{Пн} = \frac{K_F}{K_B} \quad 15$$

где K_B - коэффициент восстановления амплитуды колебаний.

Значение K_B запоминается в блоке памяти 4. Далее АЛУ 7 производит расчет чис- 20 ла УЗК p_n , соответствующего интервалу времени t_2 , в течение которого амплитуда напряжения ИП 1 должна достигнуть верхнего критического уровня $U_{вк}$, значение которого хранится в блоке памяти 4. Расчет «с производится по формуле

$$U_{вк} \sim U_{Пн} \cdot \frac{K_B}{K_F} \quad 30$$

Рассчитанное в АЛУ 7 число периодов, соответствующее интервалу времени t_2 , передается на ПАК 5 для управления ИП 1. Интервал времени $t_1 + t_2$ соответствует целому импульсу УЗК. После контроля обработки рассчитанного числа УЗК Пн ПАК 5 выдает команду на блок измерения ОС 3 для измерения амплитуды обратного сигнала в первом периоде собственных колебаний, соответствующей новой измерительной паузе х. Измеренное значение U сравнивается с $U_{вк}$ на компараторе 6. Если значение U_k не достигло $U_{вк}$, компаратор 6 выдает сигнал на АЛУ 7 для расчета нового значения по формуле

$$K_0 \cdot P_n \quad 45$$

ПАК 5 контролирует обработку числа p_n УЗК и дает команду на блок измерения ОС 3 повторить цикл измерения амплитуды обратного сигнала в следующей измерительной паузе г, а компаратор 6 повторяет цикл сравнения вновь полученного значения U_k со значением $U_{вк}$.

Если U_k достигло или превысило значение $U_{вк}$, компаратор 6 выдает сигнал на ПАК 5 для снятия вынужденных УЗК на ИП 1. Пауза вынужденных УЗК ИП 1, соответствующая интервалу времени i_3 , длится до тех

пор, пока амплитуда обратного сигнала с блока измерения ОС 3, постоянно контролируемая компаратором 6, не достигает заранее заданного нижнего критического уровня $U_{нк}$, значение которого хранится в блоке памяти 4. После этого компаратор 6 выдает сигнал на ПАК 5 подать команду на включение ИП 1 для следующего импульса УЗК. Кроме того, в интервал времени h_3 ПАК 5 выдает команду блоку измерения ОС 3 измерить амплитуды обратного сигнала с заранее заданными номерами, считая с начала интервала времени t_a например, i -тый и j -тый - U_i и U_j соответственно. Эти значения поступают в АЛУ 7, которое производит расчет по формуле

$$A = \frac{U_i}{U_j} \quad 15$$

где A - отношение амплитуд сигналов, значение его запоминается в блоке памяти 4. В следующей паузе вынужденных УЗК ИП 1 АЛУ 7 вычисляет значение A' . На компараторе 6 производится сравнение значений A и A' . В случае равенства значений A и A' компаратор 6 подает сигнал на ПАК 5 дать команду на выключение ИП 1 и индикацию окончания обработки конструкции. Если значение A отличается от значения A' , компаратор 6 подает сигнал ПАК 5 выдать команду ИП 1 на формирование следующего импульса УЗК для продолжения обработки конструкции. Количество колебаний в следующем импульсе рассчитывается в АЛУ 7 по формуле

$$P_{вк} = \frac{U_{вк} - U}{K_B} \quad 45$$

и запоминается в блоке памяти 4. Начинается следующий рабочий период, где вместо Пн в расчетах АЛУ 7 будет использовано значение $p_{нк}$, а вместо U_n - значение $U_{вк}$ - предыдущего импульса. Это обеспечивает широтно-импульсную модуляцию (ШИМ) импульсов УЗК, что наряду с индикацией окончания обработки позволяет минимизировать затраты энергии на обработку при нормированном ее качестве.

Схема АПЧ 8 работает независимо от схемы обработки обратного сигнала и осуществляет непрерывную подстройку частоты ИП 1.

Технико-экономическая эффективность способа и операционного технологического комплекса для его реализации определяется наличием системы управления, которая наряду со схемой АПЧ 8 имеет схему обработки обратного сигнала, позволяющую получать необходимую степень обра-

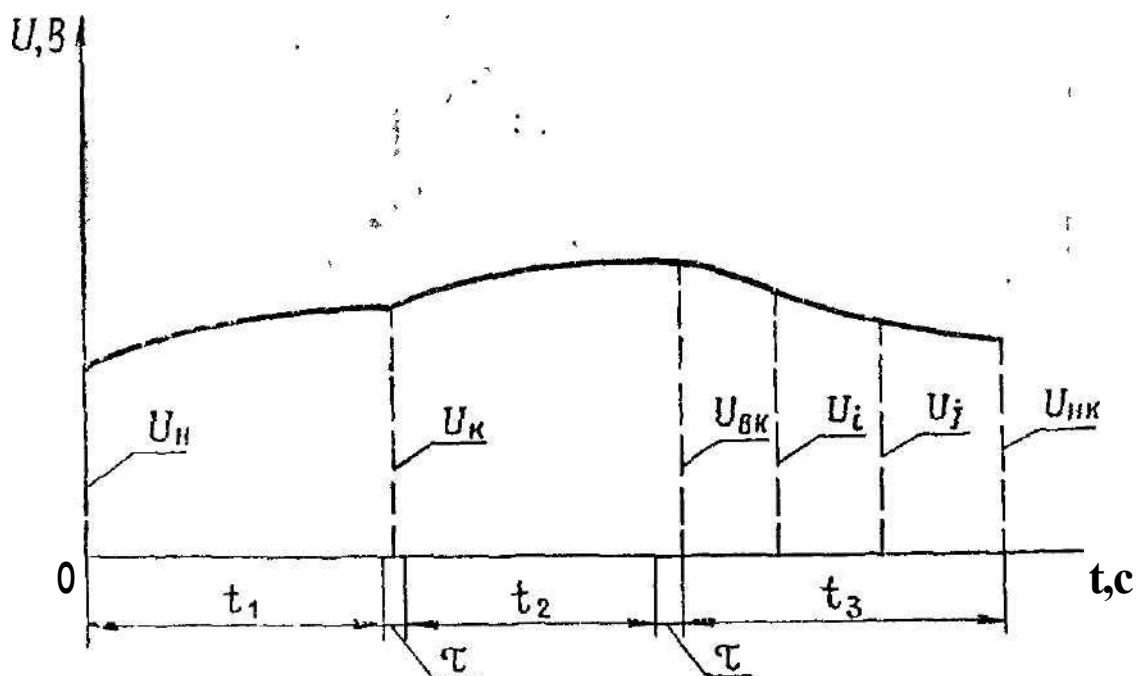
ботки конструкций в зависимости от заранее заданных критических значений амплитуд обратного сигнала при одновременной минимизации потребляемой энергии, что достигается применением широтно-импульсной модуляции вынужденных УЗК и наличием индикации достижения заданной степени обработки.

Таким образом, процедура АПЧ резонансной колебательной системы осуществляется по известному методу (3). Поддержание амплитуды колебаний на уровне, обеспечивающем достижение заданного качества обработки конструкции в интервале крити-

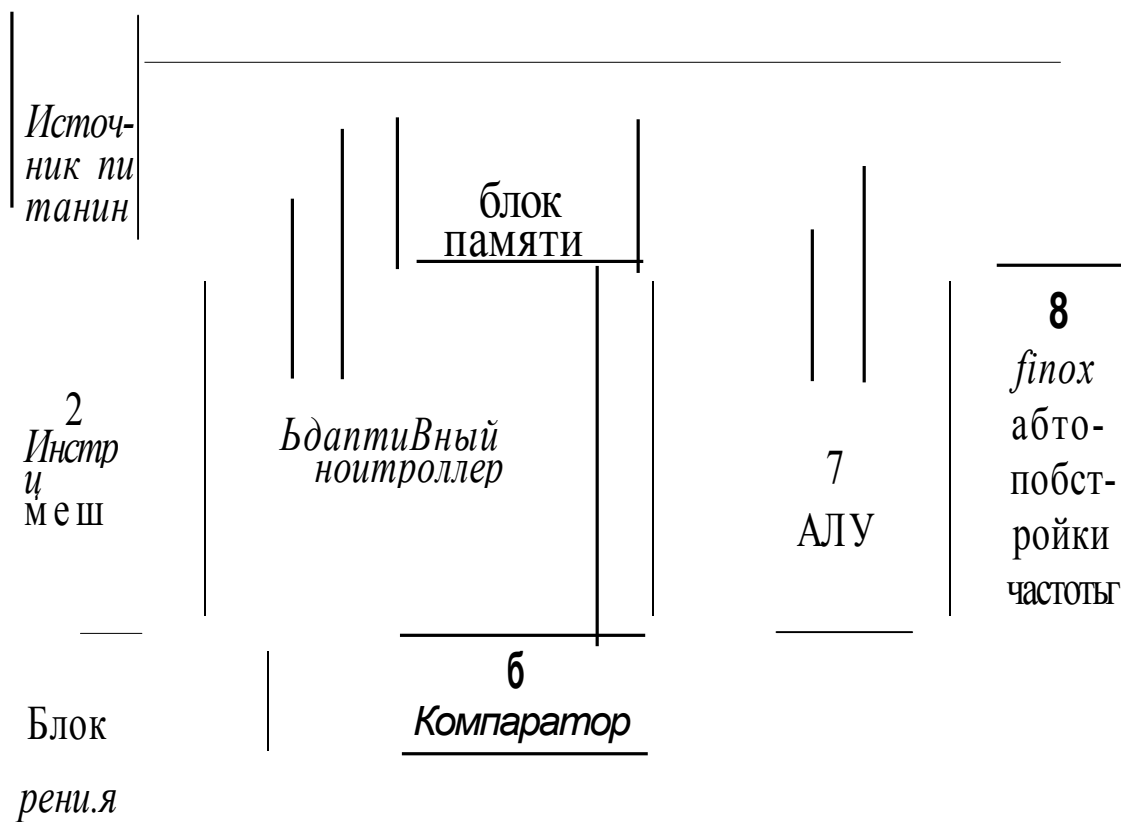
ческих значений, заданных IW и Унк обеспечивает по алгоритму в последовательности, предусматривающей установку U_H , расчет пн. подстройку P_{BK} , расчет P_{BK} , а также поддержание уровня возбуждения в интервале $U_{BK} \dots U_{HK}$.

Минимизация затрат энергии при заданном уровне возбуждения достигается посредством ШИМ в пределах значений - $U_H \dots U_K \dots U_{BK} \dots U_{HK}$. Автоматизация контроля заданного качества обработки достигается обеспечением соотношения:

— = const.



Фиг.1



Фиг. 2

Упорядник _____

Техред М.Моргентал

Коректор н. Король _____

Замовлення 4081

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,
254655, ГСП, КиТв-53, Львівська пл.. 8

Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, еул.Гагаріна, 101