

ТЕРМОПЛАСТИЧЕСКОЕ УПРОЧНЕНИЕ ЛОПАТКИ ГТД

Гречина Г.Н., студент

Самарский государственный технический университет, г.Самара, Россия

Описан новый способ и установка для термопластического упрочнения, позволяющие существенно повысить производительность и автоматизировать процесс упрочнения, обеспечить замкнутый цикл использования охлаждающей жидкости

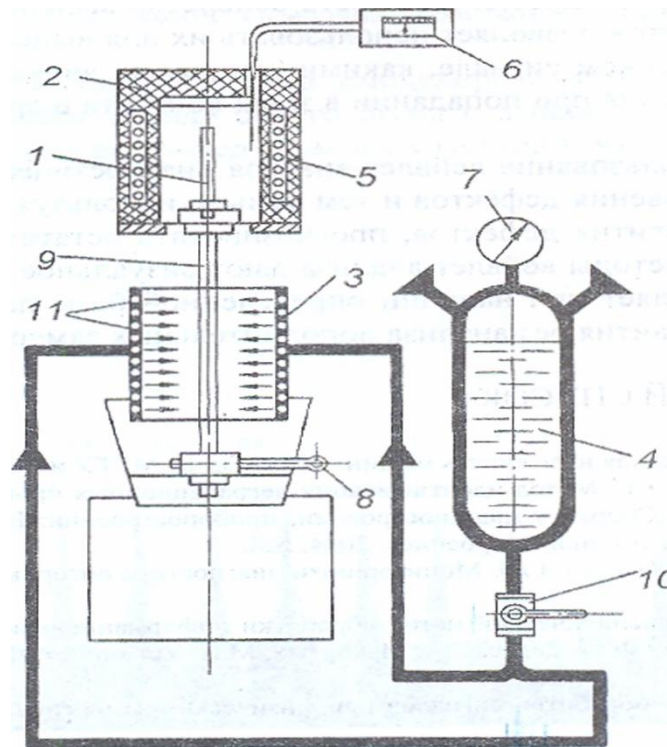
Ключевые слова: установка, электропечь, упрочнение

В настоящее время термопластическое упрочнение осуществляется на специальных установках [1]. Схема установки для упрочнения лопаток приведена на рис.1. Установка состоит из электропечи 2 типа МП2УМ, охлаждающей камеры 3, баллона жидкости (воды) 4, системы подачи сжатого воздуха с краном 10. Электропечь установлена таким образом, чтобы ее нагревательная полость отверстием была обращена вниз.

Для создания равномерного теплового поля внутренняя часть печи армирована стеклом из жаропрочного сплава ЭИ437Б. Ось нагревательной камеры ориентирована в направлении оси охлаждающей системы. Охлаждающая камера с двух сторон имеет сетки с отверстиями. Жидкость к каждой сетке поступает отдельно. Давление в камере контролируется манометром. Подвод жидкости осуществляется от баллона, в который перед упрочнением заливается вода. Давление в баллоне создается системой сжатого воздуха.

В процессе нагрева температура в печи непрерывно контролируется потенциометром 6. Для градуировки печи используются специально препарированные лопатки, в которые по высоте закладывается ряд термопар.

Термоупрочнение наружной поверхности пера лопатки производится в следующей последовательности. Упрочняемая лопатка 1 хвостовиком укрепляется в держателе, который соединен со штангой. При нагреве лопатка вводится в печь вместе с держателем хвостовика, после чего отверстие прикрывается изолирующими шторами. Вся система удерживается чекой. После нагрева лопатки до заданной температуры открываются изолирующие шторы и освобождается чека. Вся система под собственным весом быстро опускается в охлаждающую камеру.



Р и с. 1 Схема установки для термопластического упрочнения

Перед тем, как освободить чеку, открывается кран подачи жидкости 10. Лопатка попадает в камеру под спрейерное охлаждение. Давление в системе поддерживается постоянным на уровне 0,5 МПа. Обычно разница давлений в полостях камеры и баллонов не превышает $P=0,01 \dots 0,03$ МПа. Вывод печи на режим с гарантированным прогревом всей лопатки устанавливается опытным путем.

Эти установки применяются для поверхностной упрочняющей обработки окончательно изготовленных деталей из жаропрочных сплавов, работающих в условиях повышенных температур и знакопеременных нагрузок, а также используются при восстановлении и ремонте указанных деталей после эксплуатации их в составе изделия. -

Суть термопластического упрочнения заключается в том, что производится нагрев детали выше 600°C , но ниже температуры фазовых переходов, затем производится охлаждение нагретой детали со скоростью отвода теплоты, обеспечивающей достижение коэффициента теплоотдачи не менее $(1,5 - 2,5) \cdot 10 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$, при этом охлаждение осуществляется жидкостью под давлением 5 - 6 атм [3]. Однако давление охлаждающей жидкости 5 - 6 атм не всегда обеспечивает формирование требуемого уровня остаточных напряжений для разнообразных типоразмеров деталей.

Известен также способ восстановления циклической прочности деталей из жаропрочных сплавов на основе никеля [4], в котором производится нагрев детали выше 600°C , по ниже температуры фазовых переходов, затем производится охлаждение нагретой детали со скоростью отвода теплоты, обеспечивающей достижение коэффициента теплоотдачи не менее $(1,5 - 2,5) \cdot 10 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$, при этом охлаждение осуществляется жидкостью под давлением 5

- 6 атм, а детали, прошедшие процесс упрочнения методом поверхностного пластического деформирования и бывшие в эксплуатации, полируют и подвергают термической обработке, обеспечивающей снятие деформационного упрочнения, а затем восстанавливают их циклическую прочность.

Этот способ имеет существенные недостатки: крепление детали, необходимое для перемещения её в зону нагрева, а затем из зоны нагрева в зону охлаждения, не позволяет упрочнить поверхности деталей, закрытые креплением. В поверхностях, находящихся на границах крепления и поверхностях открытых для упрочнения, формируются неравномерные остаточные напряжения. Такие концентраторы напряжений снижают циклическую прочность детали.

Весь технологический цикл упрочнения осуществляется ручным способом и составляет не менее 30 минут, при этом детали упрочняются последовательно, что приводит к низкой производительности, а отработанная жидкость после упрочнения сливается в канализацию в достаточно большом количестве.

Указанные недостатки вынуждают разрабатывать новые более прогрессивные методы и конструкции, обеспечивающие возможность одновременного качественного упрочнения всех поверхностей детали, повышение качества упрочнения и повышение производительности процесса упрочнения, обеспечение замкнутого цикла обработки.

Технический результат достигается тем, что в способе термопластического упрочнения детали нагревают свыше 600°C , но ниже температур фазовых переходов, охлаждают жидкостью под давлением, а охлаждение производят жидкостью под давлением 8 -10 атм в процессе свободного падения детали в кольцевом спрейере, причем угол наклона струй в кольцевом спрейере составляет от 0° до 45° и определяется в зависимости от размера и конфигурации детали опытным путем, а установка для термопластического упрочнения деталей, содержит электропечь, охлаждающую камеру со спрейерами решетками с отверстиями диаметром 07-1,0мм, шагом 4-7мм, соединенную с емкостью, механизм загрузки и выгрузки деталей, причем спрейер выполнен в виде полой регулируемой кольцевой конструкции, установлены электропечь тоннельного типа, системы фильтрации, охлаждения и контроля охлаждающей жидкости для обеспечения замкнутого цикла.

Предлагаемый способ может быть применен как для новых деталей при их изготовлении, так и после их эксплуатации для восстановления их циклической прочности после операции полирования и термообработки для снятия деформационного упрочнения.

Сущность предлагаемого способа заключается в следующем.

Деталь нагревают до температур выше 600°C в процессе свободного падения детали в кольцевом спрейере. Направление струи охлаждающей жидкости от 0° до 45° . Это способствует эффективному сбиванию паровой рубашки, препятствующей формированию благоприятного напряженно-

деформированного состояния поверхностного слоя и позволяет упрочнять все поверхности деталей разнообразной формы и размеров с одинаковым более высоким качеством и избежать концентрации напряжения.

Предлагаемый способ может быть реализован на установке, которая показана на рис. 2, где 1 - деталь, 2 - толкатель, 3 - вентилятор, 4 - конечный выключатель, 5 - фильтр, 6, 12 - кран, 7 поплавок, 8 - испаритель, 9 - конденсатор, 10 - теплоизоляция, 11 - компрессор, 13 - блок, 14 - емкость, 15 - контейнер, 16 - эластичный склиз, 17 - виброопора, 18 - фильтр, 19 - эластичный толкатель, 20 - насос высокого давления, 21 - кольцевой спрейер, 22 - манометр, 23 - задвижка, 24 - захват, 25 - неподвижный упор, 26, 32 - задвижка, 27 - отводная труба, 28 - термopара, 29 - температурное реле, 30, 33 - направляющая, 31 - электропечь, 34 - крышка люка.

Установка для термопластического упрочнения деталей работает следующим образом: Деталь 1 по склизам из приемника попадает на направляющие 33. Толкателем 2 при открытой задвижке 32 деталь перемещается на направляющей 30 внутри электропечи муфельной печи тоннельного типа 31. после чего задвижка 32 закрывается. Электропечь оснащена термopарой 28 и температурным реле 29. При достижении необходимой температуры автоматически открывается задвижка 26 и захватом 24 деталь перемещается до неподвижного упора 25. Деталь при этом освобождается от захвата 24 и свободно падает вниз под действием собственного веса. При этом закрывается задвижка 26 и открывается задвижка 23 на входе в кольцевой спрейер 21.

В кольцевой спрейер 21 во время свободного падения детали подается охлаждающая жидкость из емкости 14 через фильтр 18 насосом высокого давления 20. Давление

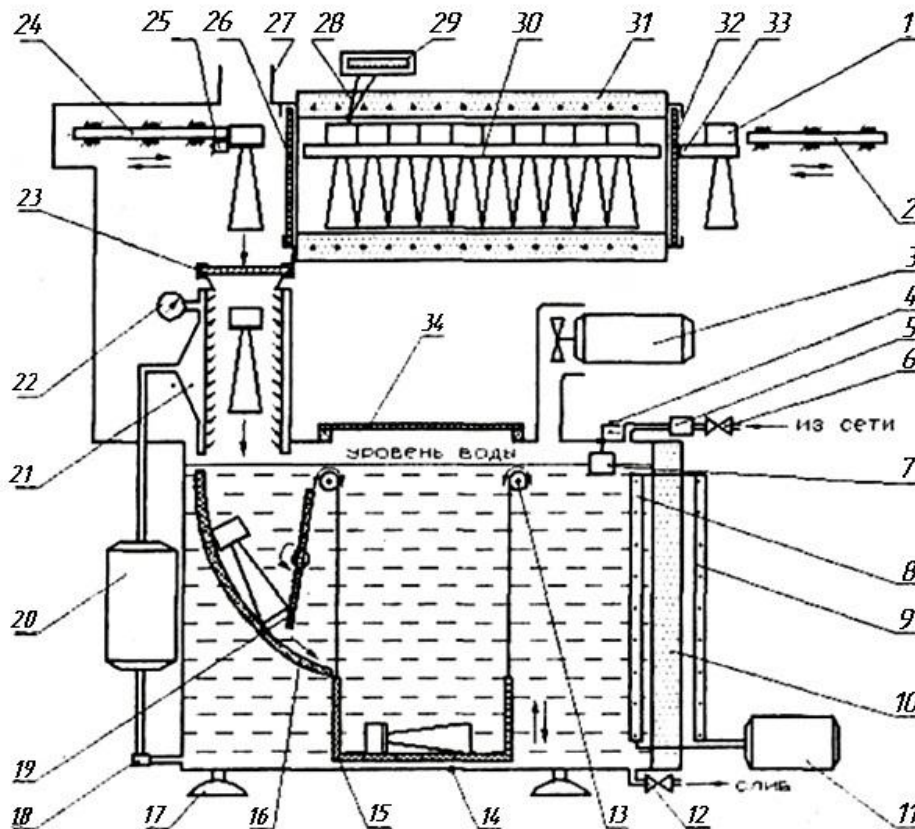


Рис. 2

охлаждающей жидкости составляет 8-10 атм и регулируется автоматически. Для визуального контроля давления охлаждающей жидкости служит манометр 22.

Для подачи охлаждающей жидкости в кольцевой спрейер 21 вместо насоса высокого давления 20 можно использовать комплекс, состоящий из компрессора, ресивера, трубопроводной и запорной арматуры и системы управления.

В отличие от плоских нерегулируемых и регулируемых спрейерон в установках для термопластического упрочнения (рис. 2) спрейер (рис. 3) представляет собой полую регулируемую конструкцию, выполненную в виде кольца, которая позволяет равномерно охлаждать все поверхности упрочняемой детали. В кольцевом спрейере 2 отверстия расположены таким образом, чтобы струи охлаждающей жидкости задерживали движение упрочняемой детали и сбивали паровую рубашку. Для предотвращения парового удара при упрочнении в кольцевом спрейере служит отводная труба 27. Угол наклона струй в кольцевом спрейере α составляет от 0 до 45° и определяется в зависимости от размера и конфигурации детали опытным путем.

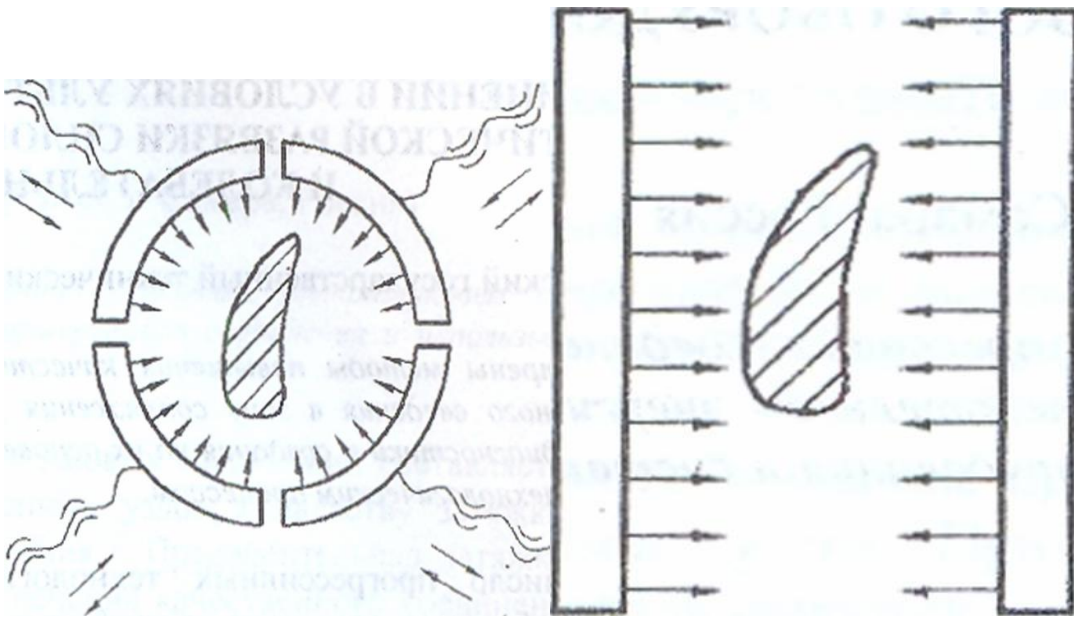


Рис. 3

Упрочнение в кольцевом спрейере 21 при свободном падении детали позволяет более качественно и равномерно упрочнить все поверхности детали, за счет свободного доступа струй охлаждающей жидкости ко всем поверхностям детали и более высокого давления. Процесс термопластического упрочнения весьма скоротечен и составляет не более 0.03 - 0.05 с

Деталь после упрочнения в процессе свободного падения внутри кольцевого спрейера 2 попадает на эластичный склиз 16, после чего эластичным толкателем 19 перемещается в контейнер 15. В этом контейнере происходит окончательное охлаждение детали. Затем деталь в контейнере с помощью блоков 13 автоматически поднимается к крышке люка 34. Крышка люка при этом также автоматически открывается. Упрочненная деталь эвакуируется оператором, после чего контейнер 15 опускается вниз и закрывается крышка люка 34. На этом цикл упрочнения детали заканчивается.

Для замкнутого цикла процесса служит система фильтрации, охлаждения и контроля уровня охлаждающей жидкости. Она состоит из крана 6. и фильтра 5, поплавка 7 и конечных выключателей 4. при этом автоматически поддерживается необходимый уровень охлаждающей жидкости. Фильтр 18. установленный на входе насоса высокого давления 20 предотвращает загрязнение охлаждающей жидкости при подаче в кольцевой спрейер 21.

Для охлаждения жидкости служит вентилятор 3 и криогенная установка, состоящая из компрессора 11. испарителя X и конденсатора 9, разделенных теплоизоляцией 10. При температуре окружающей среды ниже 20°C для охлаждения жидкости может быть достаточно работы вентилятора 3. При температуре окружающей среды выше 20°C автоматически включается криогенная установка, снижающая температуру охлаждающей жидкости до 20°C.

Через определенное количество циклов упрочнения отработанная охлаждающая жидкость сливается через кран 12 и обновляется из сети через кран 6 и фильтр 5.

Для предотвращения вибраций установки служат четыре виброопоры 17.

Предлагаемая конструкция установки обеспечивает реализацию способа термопластического упрочнения в процессе свободного падения в кольцевом спреере при автоматическом и замкнутом цикле обработки с высоким уровнем качества упрочнения, то есть достижение технического результата.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1.Б.А.Кравченко, В.Г. Круцило, Г.Н.Гутман Термопластическое упрочнение - резерв повышения прочности и надежности и деталей машин: Самара. СамГТУ, 2000.- 206с.

2. Патент РФ №2170272, Б.И. №19, 2001г., Кравченко Б.А., Круцило В.Г. и др.

3.А.с. №730832, Б.И. №16, 1980г.

4.Патент РФ №2171857, Б.И. №22, 2001г. Кравченко Б.А., Круцило В.Г. и др.

5.Патент РФ №214301