

ПРАВКА КАРДАННЫХ ВАЛОВ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ (ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ)

В статье рассмотрены способы правки коленных и карданных валов сельскохозяйственных машин с использованием автоматизированных систем контроля величины остаточного прогиба вала.

Из известных способов правки для рассматриваемого типа валов преимущественно применяется правка на прессах. При этом основными задачами для автоматического управления процессом правки являются рациональные выборы расстояния между опорами, координат точек приложения усилия изгиба и величины, собственно усилия изгиба.

В проведении точных аналитических исследований по установлению сложных зависимостей изменения сопротивления валов деформированию от степени деформации нет необходимости, т. к. у одних и тех же сплавов, но разных плавок или партий наблюдается значительный разброс прочностных и пластических характеристик, превышающий 10% и более [1].

В свою очередь методика экспериментального определения деформируемости металлов была [2] и до настоящего времени остается дискуссионным вопросом. Разноречивость взглядов проявляется не только в выборе показателей пластичности и сопротивления деформированию, но даже в выборе условий, схем и состава комплекса испытаний.

С целью снижения трудоемкости расчетов делалось допущение: карданный вал при изгибе представляет собой обычную статически определимую балку и полностью по всей длине состоит из карданной трубы.

Усилие правки определяли, предварительно рассчитывая оптимальную необходимую для правки деформацию трубы и соответствующий изгибающий момент с помощью установленных графиков зависимостей параметров при правке изделий с профилем круглого сечения и формулы [1]

$$P_{\max} = \frac{4\tau M_y}{t}, \quad (1.1)$$

где P_{\max} – максимальное усилие правки;

m – относительный изгибающий момент;

M_y – максимальный упругий изгибающий момент;

t – расстояние между опорами.

Проведение расчетов по формуле (1.1) и графикам для поля рассеяния исходных прогибов валов (в соответствии с рекомендациями работы [1]) не является трудоемким. Поэтому для определения зависимости усилия правки от исходных про-

гибов валов (настроечной зависимости) можно применить метод перебора вариантов с шагом квантования, равным, например, 0,1 мм.

Исследования процесса исправления отклонений от прямолинейности оси карданных валов трех типов проводились в металлографической лаборатории Херсонского завода карданных валов (ХЗКВ) и цехах №№ 6,13 и 20 Курганского завода колесных тягачей им. Д.М. Карбышева (КЗКТ).

Экспериментальные исследования проводились на специальной экспериментальной установке, спроектированной и изготовленной на базе разрывной машины УММ-20, на столе которой закреплялось специальное приспособление (ХЗКВ), и на гидравлических прессах мод. ПА-413, оборудованных призмами для базирования валов и круговым индикатором типа ИЧ-10 кл.1 (КЗКТ).

При проведении экспериментальных исследований измерялись и фиксировались следующие параметры: величина исходного прогиба; усилие правки; остаточная кривизна; температура сварного шва; время выдержки вала под нагрузением усилием поперечного изгиба; затраты времени на операциях правки и операциях динамической балансировки карданных валов.

Величина необходимого усилия правки предварительно сориентированных валов экстремальной точкой прогиба непосредственно под нажимную призму машины (боек прессы) назначалась равной расчетному значению. После снятия нагрузки вал оказывался исправленным и имел отклонения от прямолинейности оси в пределах допуска, оговоренного ТУ, или же требовалась повторная правка.

Исходные значения отклонений от прямолинейности оси карданных валов, величины приложенных нагрузок, значения остаточных отклонений от прямолинейности оси после правки, через один час и через 20 часов заносились в таблицу. Выдержка под нагрузкой валов находилась в интервале 1,5...2,0 сек. При этом для нанесения точек построения зависимости $P=f(\epsilon)$ использовались только те значения усилий, которые обеспечивали исправление валов однократным нагружением.

Обработка экспериментальных данных проводилась в соответствии с методами статанализа. По

экспериментальным данным для трех типов исследуемых карданных валов были построены зависимости величин усилий, необходимых для исправления отклонений от прямолинейности оси в зоне контролируемого сечения (рис. 1, 2). Зависимости $P=f(e)$ были использованы в качестве программируемого параметра системы автоматического управления процессом правки карданных валов.

Анализ результатов исследований показал, что остаточные отклонения от прямолинейности оси карданных валов распределены в интервалах соответствующих допусков неравномерно. При этом увеличение выдерживания деталей под нагрузкой с 0,5 до 2,0 с снижает величину остаточных отклонений от прямолинейности оси.

Выявленная зависимость $P=f(2e)$ (в связи с отклонениями диаметров валов, превышающими допуски на остаточную кривизну, измерялись биения валов) положена в основу алгоритма управления процессом правки и обеспечения выбора аналого-цифровых узлов САУ агрегатом правки. Для воспроизведения нелинейных зависимостей (рис. 1, 2) применена кусочно-линейная аппроксимация F (рис. 3) с переменным шагом квантования [3,4], реализованная в виде устройства на двух аналого-цифровых преобразователях (АЦП) с переменными шагами квантования входных сигналов напряжений, пропорциональных $2e$ и P , связанных между собой через схему логического совпадения (рис. 4).

САУ агрегатом правки (рис. 4) функционально и конструктивно разделена на две подсистемы: подсистему вывода изделия экстремальной точ-

кой прогиба в требуемое положение и подсистему нагружения изделия в процессе правки.

Ориентация карданных валов в необходимое для правки положение может быть обеспечена устройствами, выполненными на базе электронно-фазового коммутатора [3] или экстрематора с адаптацией к производной сигнала датчика кривизны [5].

В каналах циклового программного управления системы использована унифицированная структура магистрального типа. Применение в магистралях входных и выходных нормализаторов управляющих сигналов и элементов согласования позволяет подключать разработанную локальную САУ к комплексной АСУ ТП без каких-либо буферных устройств.

Реализация локальной САУ агрегатом правки на базе гидропрессов позволила повысить точность и производительность процесса, а также значительно улучшить условия труда.

Современные способы сварки сталей, применяемых для изготовления длинномерных деталей типа тел вращения в автотракторостроении, обеспечивают равнопрочность сварного соединения основному металлу при пластичности, практически не уступающей исходным показателям металлов [6]. В этой связи принципиально возможно управление процессом правки карданных валов по закону [7]

$$e_{\text{обр.пер.}} = e_{\text{исх.пр.}} + e_{\text{у.о.}}, \quad (1.2)$$

где $e_{\text{обр.пер.}}$ – величина изгиба вала в обратную первоначальной кривизне сторону;

$e_{\text{исх.пр.}}$ – исходный прогиб вала;

$e_{\text{у.о.}}$ – величина упругой отдачи (пружинение) вала.

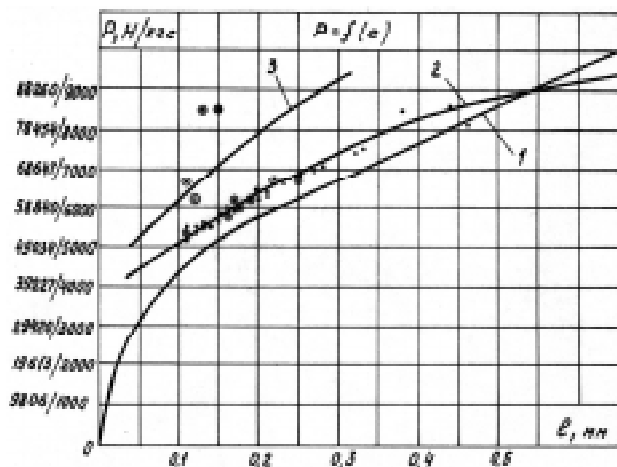


Рисунок 1. Зависимость усилия правки от исходного прогиба карданных валов мод. ГАЗ 51-2202015-Б (длина трубы 470 мм)
1 – настроечная зависимость;
2 – при однократном нагружении валов;
3 – при двухкратном нагружении валов.

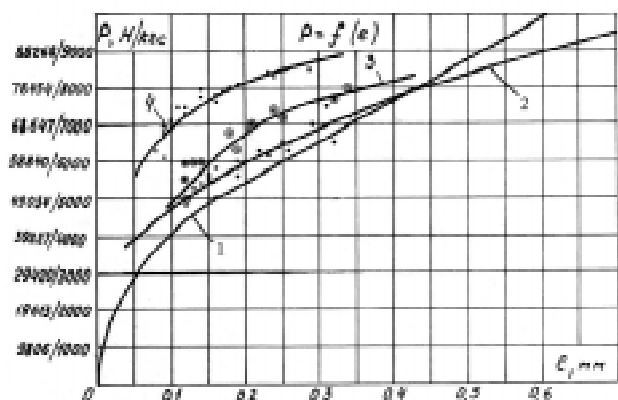


Рисунок 2. Зависимости усилия правки от исходного прогиба карданных валов мод. ГАЗ 51-2202015-Б (длина трубы 1095 мм) и мод. МАЗ 537-2206015
1 – настроечная зависимость для правки валов ГАЗ 51-2202015-Б;
2 – при однократном нагружении валов ГАЗ 51-2202015-Б;
3 – при двухкратном нагружении валов ГАЗ 51-2202015-Б;
4 – при однократном нагружении валов МАЗ 537-2206015.

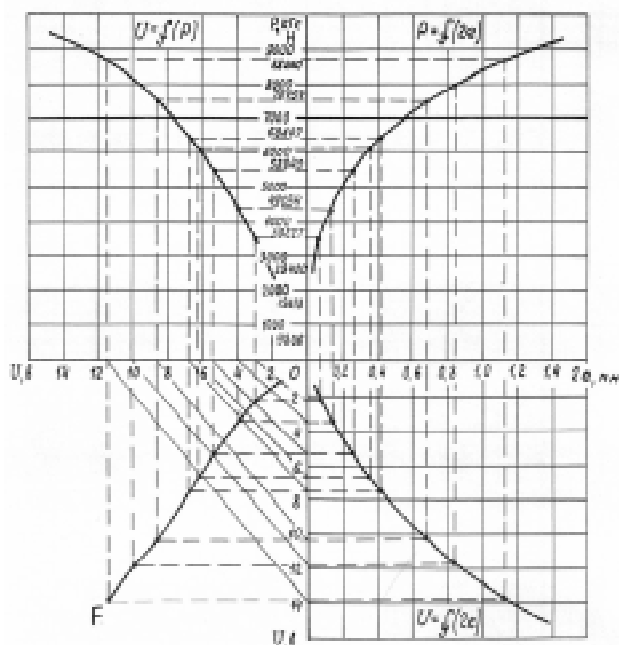


Рисунок 3. Воспроизведение нелинейной зависимости $P=f(2e)$ методом кусочно-линейной аппроксимации

В данном случае точностные показатели качества правки в значительной степени определяются точностью измерения пути перемещения детали в контролируемом сечении или бойка пресса. Обеспечить такие измерения в диапазоне 0,05 – 2,0 мм в условиях ремонтно-технического предприятия, тем более в мастерских хозяйств, крайне затруднительно, причем даже с применением специальных штемпелей для правки сварных цилиндрических заготовок [8]. При реализации данного метода компенсации упругой отдачи перемещение штока пресса с бойком целесообразно контролировать косвенным методом – достижением дав-

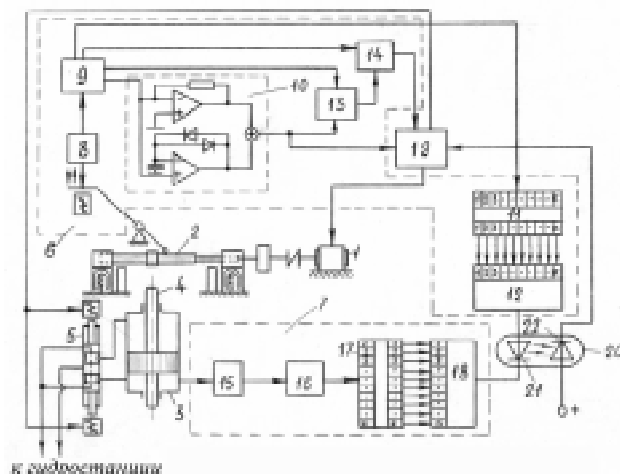


Рисунок 4. Система автоматического управления процессом правки длинномерных автотракторных деталей
1 – привод вращения; 2 – деталь; 3 – силовой гидроцилиндр; 4 – боек пресса; 5 – гидрозолотник; 6 – блок измерения усилия правки; 7 – блок измерения усилия правки; 8 – датчик линейного перемещения; 9 – преобразователь сигнала; 10 – экстрематор с адаптацией к производной сигнала датчика 8; 11, 17 – многопороговые логические элементы (аналого-цифровые преобразователи); 12, 18 – цифро-аналоговые преобразователи; 13 – блок памяти; 14 – блок сравнения; 15 – датчик давления; 16 – преобразователь сигнала; 19 – электронно-релейный блок автоматики; 20 – опто-электронный прибор (21 – светодиод, 22 – фотодиод).

ления жидкости в полости силового цилиндра правки величины, достаточной согласно зависимости $P=f(2e)$ для устранения первоначального (исходного) прогиба детали. При правке ряда деталей ответственного назначения удалось за счет шага квантования давления через 50 кгс добиться шага квантования линейного перемещения бойка, равного $0,005 \text{ мм} \pm 15\%$.

Научно-технические решения, положенные в основу разработки технических средств для автоматизации технологических процессов правки карданных валов, защищены 9 авторскими свидетельствами на изобретения.

Список использованной литературы:

1. Слоним А.З., Сонин А.Л. Машины для правки листового и сортового материала. – М.: Машиностроение, 1975. – 208 с.
2. Чиченев Н.А., Кудрин А.Б., Полухин П.И. Методы исследования процессов обработки металлов давлением (экспериментальная механика). – М.: Металлургия, 1977. – 312 с.
3. А.с. 804070 СССР, МКИ⁶В21Д 3/10. Система управления правильным агрегатом / И.И. Манило (СССР) – Опубл. 15.02.81. Бюл. № 6.
4. Манило И.И., Ломоносов Ю.Н. Способ правки полуоси заднего моста автомобиля // Курганский ЦНТИ. – ИЛОНТД № 95-3.
5. А.с. 1434607 СССР, МКИ⁶В21Д 3/10. Устройство точной установки детали для правки/ И.И.Манило (СССР). (Заявлено 30.12.86.; Зарегистр. В Госреестре 01.07.88.).
6. Сварка в машиностроении: справочник. В 4-х т. / Редкол.: Г.А. Николаев (пред.) и др. М.: Машиностроение, 1979. – т. 3 / Под ред. В.А. Винокурова. – 1979. – 567 с.
7. Ломоносов Ю.Н., Манило И.И. Особенности восстановления деталей типа тел вращения сельхозмашин правкой на прессах // Наука – сельскому хозяйству: материалы зон. научн. конф. – Курган: ГИПП «Зауралье», 1994. – С. 225-227.
8. Манило И.И. Штемпель к правильному прессу // Курганский ЦНТИ. – ИЛОНТД № 94-11.