

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРЕССОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ СТАЛЬНЫХ ИЛИ ЧУГУННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Тарельник В.Б. д.т.н., Братуцак М.П.
(Сумской национальный аграрный университет.)

Предложен новый способ повышения усталостной прочности валов в прессовых соединениях. Способ осуществляется в защитной среде аргона путем формирования методом электроэрозионного легирования на внутренней поверхности ступицы, у ее торца, кольцеобразного покрытия из меди или оловянной бронзы

Введение. Проблема повышения надежности тяжело нагруженных деталей является одной из наиболее важных и актуальных в машиностроении. Наиболее перспективно решение этой проблемы за счет привлечения технологических методов, создания благоприятной технологической наследственности, обеспечения параметров качества поверхностного слоя на уровне, соответствующем максимальному повышению требуемой совокупности эксплуатационных свойств.

Постановка задачи. Неподвижные соединения сопряженных деталей характеризуются невозможностью их взаимного перемещения, которая обеспечивается натягом. Прочность соединения определяется посадкой и качеством точности. Неподвижные соединения могут быть выполнены по прессовым посадкам (гарантированный натяг) или переходных посадках (натяг или зазор).

Сборка неподвижных поверхностей может осуществляться запрессовкой вала в отверстие, нагреванием детали, которая имеет отверстие и охватывает или охлаждением вала [1].

Особенность прессовых соединений состоит в том, что детали этих соединений еще до приложения рабочих нагрузок находятся в напряженном состоянии, вызванном наличием натяга на посадочных поверхностях. Суммирование рабочих напряжений и напряжений от натяга может привести к их значительной концентрации в отдельных местах сопряжения. Снижение предела выносливости вала в подступичной части происходит под торцами ступицы в результате концентрации напряжения и процесса фреттинг-усталости. Уменьшить влияние этих факторов можно путем снижения общей жесткости ступицы, и в особенности, у ее торцов, например, путем запрессовки по торцам ступицы колец из более мягкого материала в выполненные на посадочном диаметре прямоугольные канавки (рис. 1) [2].

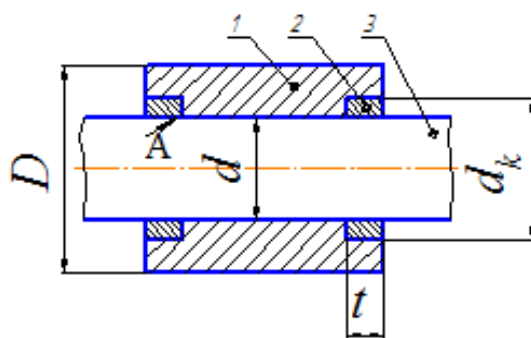


Рис. 1. Прессовое соединение со вставными кольцами: 1- ступица; 2 – вставное кольцо; 3 – вал

Высота кольца t должна подбираться с учетом натяга в соединении и передаваемой нагрузки, от которой зависит амплитуда относительного проскальзывания ступицы 1 и вала 3. Наличие в зонах максимальных контактных давлений колец 2 из более податливых материалов сглаживает пик напряжений и уменьшает степень повреждаемости при фреттинг-коррозии.

Результаты испытаний показали, что предел выносливости образцов диаметром $d = 20$ мм из стали 40Х со ступицами диаметром $D = 37$ мм и длиной 90 мм, имеющими кольца из красной меди М2, повысился при чистом изгибе с частотой 50 Гц в 2 раза (с 150 до 300 МПа).

Далее отмечается, что при значительных нагрузках прессового соединения и недостаточной ширине кольца в результате обминания контактной поверхности кольца торец втулки может переместиться в точку А (см. рис. 1). Если это произойдет, то предел выносливости такого соединения может снизиться по сравнению с сопряжением без колец, так как жесткость ступицы у торцов увеличится.

Предлагаемый новый способ повышения усталостной прочности валов в прессовых соединениях относится к области электрофизической и электрохимической обработки, в частности, к электроэрозионному легированию (ЭЭЛ), и может быть использован для обработки сопрягаемых поверхностей ступиц при сборке неподвижного соединения.

Способом ЭЭЛ можно изменить твердость металлической поверхности:

- **повысить** твердость нанесением на поверхность материала более высокой твердости или диффузионным введением в поверхностный слой необходимых химических элементов из окружающей среды или из материала анода;

- **понижить** твердость, нанося на поверхность более мягкие материалы;

- **повысить** при обработке незакаленного, но закаливающегося материала, применяя импульсы с большей энергией или более длительные, разогревающие металл несколько глубже суммарной толщины нанесенного и диффузионного слоев [3].

Целью настоящей работы является повышение усталостной прочности валов прессовых соединений.

Методы решения и ожидаемые результаты. Для достижения поставленной цели, вместо кольца из более мягкого материала, на внутреннюю поверхность ступицы, методом ЭЭЛ у ее торца формируют кольцеобразное

покрытие шириной 5-10 мм, используя электрод-инструмент из меди или оловянной бронзы при энергиях импульса 0,01-0,5 Дж на воздухе и 0,01–3,4 Дж в защитной среде аргона. При этом, на поверхности ступицы формируется прочный диффузионный слой из меди или оловянной бронзы (рис. 2).

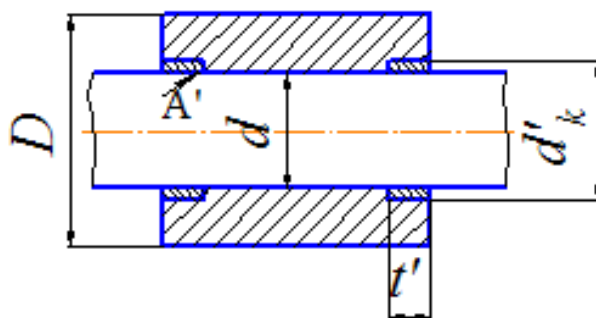


Рис. 2. Ступица с диффузионным слоем меди

В предлагаемом варианте появляется возможность использования и такого конструктивного приема, как закругление внутренних торцов ступицы, обеспечивающего также снижение ее жесткости (рис. 3).

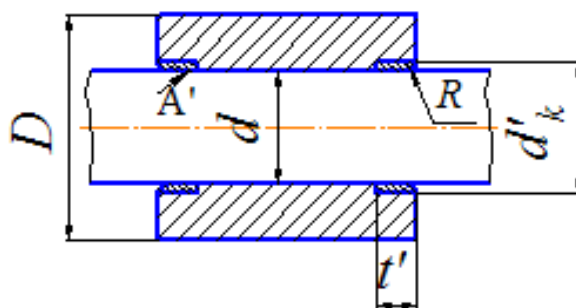


Рис 3. Ступица с закругленными торцами

Кроме того, к преимуществам предлагаемого способа можно отнести экономию цветных металлов, а также упрощение технологии изготовления ступицы.

Ниже в табл. 1 приведены режимы работы установки электроэрозионного легирования “УИЛВ-8”, а также данные по шероховатости и толщине покрытий из меди и оловянной бронзы на стали 20.

Таблица 1. Электроэрозионное легирование стали 20 электродами из меди и оловянной бронзы на установке “УИЛВ-8”

№ режима	Емкость, мкФ	Напряжение, В	Энергия разряда, Дж	Толщина слоя, мм		Высота микронеровностей R_z , мм	
				медь	бронза	медь	бронза
1	2	3	4	5	6	7	8
1	20	38,5	0,01	0,01	0,01	2	3
3	20	56,1	0,02	0,015	0,02	3	4
6	20	73,6	0,03	0,02	0,03	5	7
8	20	83,4	0,04	0,025	0,04	8	10
9	300	38,5	0,13	0,035	0,05	10	12
11	300	56,1	0,28	0,05	0,07	13	15

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
12	300	62,8	0,35	0,07	0,08	15	17
13	300	68,7	0,42	0,09	0,11	16	19
14	300	73,6	0,49	0,11	0,13	17	21
15	300	78,6	0,56	0,13	0,15	23	27
16	300	83,4	0,63	0,14	0,17	27	30

Следует отметить, что начиная с 15 режима, когда энергия разряда составляет 0,56 Дж, электроды как из меди, так и оловянной бронзы, начинают более интенсивно окисляться, что приводит к снижению качества обрабатываемой поверхности.

Повысить качество формируемых слоев, при использовании больших энергий разряда, можно путем применения защитной среды аргона. Ниже в табл. 2 приведены данные по шероховатости и толщине покрытий из меди и оловянной бронзы в зависимости от энергии разряда, полученные при ЭЭЛ стали 20 на установке модели «Элитрон-52А» в защитной среде аргона.

ДюрOMETрический анализ показывает, что при легировании стали 20 медью и оловянной бронзой, как на воздухе, так и в среде аргона, микротвердость на поверхности слоя составляет соответственно 850-900 МПа и 1050-1150 МПа. По мере углубления она плавно увеличивается до микротвердости зоны термического влияния (2500-3000 МПа) и затем переходит в микротвердость основного металла 1750-1800 МПа. Толщина зоны термического влияния зависит от режима легирования и составляет, например, для энергии разряда 0,56 Дж на воздухе 50 мкм, а в среде аргона 40 мкм.

Таблица 2. Зависимость шероховатости поверхности и толщины покрытий из меди и оловянной бронзы от энергии разряда при ЭЭЛ стали 20 на установке модели «Элитрон-52А» в защитной среде аргона

Энергия разряда, Дж	Производительность, мин/см ²	Толщина слоя, мм		Высота микронеровностей Rz, мм	
		медь	бронза	медь	бронза
0,9	1,0	0,15	0,18	16	18
2,83	0,5	0,17	0,35	23	25
3,4	0,5	0,21	0,53	27	31
6,8	0,5	0,23	1,5	39	67

Выбор предельных значений энергии разряда для нанесения меди и оловянной бронзы обусловлен природой их взаимодействия с деформируемыми твердыми металлами.

Нижний предел энергии разряда ограничивается эффективностью способа. Увеличение энергии разряда выше верхнего предела при нанесении меди или оловянной бронзы на воздухе приводит к более интенсивному окислению, появляются прижоги, что отрицательно влияет на формирование слоев, полученных электроэрозионным способом.

В нейтральной среде аргона окисление практически отсутствует. Однако увеличение энергии разряда до 6,8 Дж приводит к резкому увеличению шероховатости поверхности (см. табл. 2).

Выводы

1. Для повышения усталостной прочности валов прессовых соединений, предлагается на внутреннюю поверхность ступицы наносить, методом ЭЭЛ у ее торцов кольцеобразные покрытия из более мягких материалов шириной 5-10 мм.

2. В качестве материалов электродов можно рекомендовать медь и оловянную бронзу, что позволяет формировать на стальной поверхности покрытия со сплошностью до 100%.

3. Лучшее качество покрытия (сплошность, шероховатость, равномерность и др.) достигаются при использовании в качестве защитной среды аргона.

Список литературы

1. Зуев А.А., Гуревич Д.Ф. Технология сельскохозяйственного машиностроения. М.: Колос, 1980.- 256 с.

2. Л.Т. Балацкий. Прочность прессовых соединений. К.: Техніка, 1982. – 151 с.

3. Лазаренко Н.И. Электроискровое легирование металлических поверхностей.- М.: Машиностроение, 1976.- 46 с..

Анотація

ДО ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРЕСОВИХ З'ЄДНАНЬ СТАЛЕВИХ АБО ЧАВУННИХ ДЕТАЛЕЙ

Тарельник В.Б., Братушак М.П.

Запропонований новий спосіб підвищення втомної міцності валів в пресових з'єднаннях. Спосіб здійснюється в захисному середовищі аргону шляхом формування методом електроерозійного легування на внутрішній поверхні маточини, у її торця, кільцеподібного покриття з міді або олов'яної бронзи.

Abstract

THE QUESTION OF IMPROVEMENT OF PRESSING CONNECTIONS QUALITY OF STEEL OR CAST-IRON DETAILS

V. Tarelnik, M. Bratushchak

The new way of increase of fatigue durability of billows in pressing connections is offered. The method is carried out in the protective environment of argon by a method of formation of an electroerosive alloying on an internal surface of a nave, at its cross-cut end, an annular copper or tin bronze coverage.