

УДК 621.792

Отработка технологического процесса сборки изделия «Редуктор коническо - цилиндрический двухступенчатый»

Захарова Маргарита Эдуардовна

vin.m@bmstu.ru

Зиновьев Максим Юрьевич

zinovevmyu@student.bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Рассмотрен вариант отработки конструкции редуктора на технологичность путем замены прессового метода сборки элементов изделия клеевым при осуществлении соединений «венец-ступица» и «вал-ступица». Выявлены основные особенности данного метода сборки. Осуществлена качественная оценка экономической эффективности представленного метода сборки с применением клеевых составов. Проведен расчет требуемой прочности на сдвиг для каждой пары соединений при использовании клеевых составов отечественных и импортных производителей. В результате проведенного исследования, выбран наилучший вариант для сборки рассмотренных элементов конструкции изделия.

Ключевые слова: *прессовое соединение, клеевое соединение, методика сборки зубчатых колес, клеевой состав, время отверждения, удельная прочность на сдвиг, эффективность соединения*

В данной работе рассматривается вариант отработки конструкции на технологичность путем замены прессового соединения на клеевое в изделии «Редуктор коническо-цилиндрический двухступенчатый». В ходе исследования были выделены основные преимущества применения технологии сборки с применением клеевых составов. Например, данный метод осуществления сборочных работ позволяет добиться надежного и прочного соединения различного рода материалов любой толщины, сократить трудоемкость производства узла за счет исключения сварочных, резьбонарезных и других видов работ. Благодаря высокой податливости, которой обладают клеевые составы на основе синтетических полимеров, можно осуществлять сборку широкого круга материалов (сталь, медь, пластик и др.). Применение данной методики позволяет добиться высокой точности сборки, обеспечить регулировку взаимного положения до времени «ручного отверждения». Клеевые составы обладают невысокой стоимостью, что позволяет им получить большее применение в области машиностроения [1, 2].

Использование традиционных методик сборки, таких как прессование, обладает рядом недостатков в сравнении с применением клеевых составов: сложность разборки и возможность повреждения посадочных поверхностей, использование специального прессового оборудования, а также необходимость создания наименьших внутренних напряжений при отливке ступиц из чугуна [2].

В качестве объекта исследования в данной работе был выбран редуктор коническо-цилиндрический двухступенчатый, который применяется для ра-

боты с механизмами с повторно кратковременным режимом нагрузки. В данном агрегате уделено отдельное внимание соединениям тихоходной ступени: ступица-венец и составное зубчатое колесо-вал.

В работе проведен анализ клеевых составов отечественного и зарубежного производства, а также был рассчитан диапазон применимости данной продукции. В ходе исследования были выделены критерии, которые предъявляются к клеевым составам: а) клеевой состав должен быть устойчивым к перепадам температур от +20 до +80 °С и иметь высокую теплостойкость, равной +150 °С (кратковременно), чтобы сохранять химические и физические свойства при длительной эксплуатации; б) состав должен обеспечивать необходимую прочность соединения, равную или превышающую остальные методики (10–20 кН); в) иметь наименьшее время отверждения среди рассматриваемых вариантов составов.

Из зарубежных производителей была рассмотрена линейка Loctite, среди которой были выделены три композиции: 603, 641 и 660. Рассмотренные составы обладают требуемой прочностью на сдвиг и высокой теплостойкостью. Анализ характеристик показал, что клей Loctite 660 имеет лучшие показатели среди рассмотренных вариантов. Время отверждения у данной композиции составляет 60 минут, в то время как у Loctite 641 и Loctite 603 — 180 минут. Поэтому был выбран клей Loctite 660 [3, 4].

Из рассматриваемой продукции отечественного производства были выделены: Анатерм-103 и Анатерм-112, которые соответствуют требуемым показателям прочности на сдвиг и теплостойкости. Сравнив характеристики с необходимыми, было отмечено, что диапазон клея «Анатерм-112» значительно больше требуемого и обеспечивает хорошую термостойкость. У клеевого состава «Анатерм-103» диапазон рабочих температур меньше, но он все равно соответствует требованиям и имеет достаточную термостойкость.

Проведенный расчет затрат на внедрение клеевых составов в качестве элемента соединения деталей показал, что для обеспечения всех соединений требуется 2,497 мл клея. Объем клея для склеивания всей партии деталей составляет 4994 мл. Если использовать состав Loctite 660, то потребуется 20 штук продукции (цена за экземпляр — 5549,86 рублей), а если выбрать Анатерм-112, то нужно купить 10 штук продукции (цена за экземпляр — 8800 рублей).

Для замены прессовой сборки на клеевую технологию было решено использовать состав «Анатерм-112». Этот отечественный продукт превосходит немецкий аналог по прочности и времени ручного отверждения при высоких температурах, а также требует меньших затрат. Стоит также отметить, что в условиях современного рынка приобретение клеевых составов производства ФГУП «НИИ Полимеров» более доступно, нежели продукт зарубежного изготовления.

Литература

- [1] Винокурова М.Э., Коновалов Д.П. Замена посадки с натягом клеевым соединением в технологическом процессе сборки редуктора. *Главный механик*, 2018, № 12, с. 40–46
- [2] Захарова М.Э., Зиновьев М.Ю. Разработка классификации методов сборки составных зубчатых колес в зависимости от условий работы агрегата. *Сборка в машиностроении, приборостроении*, 2024, № 9, с. 391–395.
- [3] Иосилевич Г.Б. *Детали машин*. Москва, Машиностроение, 1988, 368 с.
- [4] Иванов А.С., Муркин С.В. *Конструирование современных мотор-редукторов*. Москва, Машиностроение, 2012, 147 с.

Testing of the technological process of assembly of the product “Conical - cylindrical two - stage gear”

Zakharova M.E.

vin.m@bmstu.ru

Zinoviev M.Y.

zinovevmyu@student.bmstu.ru

BMSTU, Moscow, Russia

A variant of testing the gearbox design for manufacturability by replacing the pressing method of assembling the product elements with glue when making the crown-hub and shaft-hub connections is considered. The main features of this assembly method are revealed. A qualitative assessment of the economic efficiency of the presented assembly method using adhesive compounds has been carried out. The calculation of the required shear strength for each pair of joints was carried out when using adhesives from domestic and imported manufacturers. As a result of the conducted research, the best option for assembling the considered product design elements was selected.

Keywords: press joint, adhesive joint, method of assembly of gears, glue composition, curing time, specific shear strength, joint efficiency