

УДК 621.86

©Смирнов И.П.

## **РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Создание ремонтпригодных конструкций подъемно-транспортных объектов и проведение собственно ремонтных работ, являются важными и взаимосвязанными задачами, от решения которых зависит качество, и, следовательно, дальнейшая успешная эксплуатация изделий.

Как известно, качество изделий зависит от качества составляющих его деталей и узлов, а именно - степени их соответствия нормативным документам, в частности, чертежам и техническим требованиям, согласно которым они изготовлены. Однако оценить качество самих этих нормативных документов на соответствие современному состоянию науки и техники представляется затруднительным. Другими словами, оценка качества проектируемого изделия не как совокупности качества элементов, из которой оно состоит, а как некой системы, предназначенной выполнять определенные функции, на стадии проектирования не всегда прогнозируется достаточно уверенно.

Целью данной статьи является развитие одного из принципов

конструирования крупногабаритных деталей подъемно-транспортных машин и оборудования для улучшения качества проектируемого изделия, а именно - повышение показателя его ремонтпригодности, и выявление наиболее технологичных решений для реализации данного принципа.

Развитие и совершенствование технологий позволяет изготавливать новые детали и стандартные узлы относительно недорогими по себестоимости. За счет относительной дешевизны их ремонт производится простой заменой вышедших из строя деталей и узлов и исключается из технологии ремонтных работ их восстановление. Так поступают при замене подшипников, шаровых шарниров, небольших зубчатых колес, крепежных деталей и других [1,2].

Однако, данный метод модульного ремонта, нельзя считать экономически целесообразным в случае, если ремонт вызван выходом из строя трудо- и материалоемких деталей, себестоимость изготовления которых достаточно высока. В этом случае более рациональным является путь восстановления работоспособности негодных, по какой-либо причине, к дальнейшей эксплуатации деталей.

Для осуществления такого восстановления при проектировании трудо- и материалоемких деталей необходимо заранее учитывать в их конструкции возможность их повторного использования после ликвидации причины, вызвавшей их замену.

При различных прочностных и других расчетах конкретной детали коэффициенты запаса получаются различными, и при потере работоспособности детали по одному из видов напряженного состояния, она остаётся работоспособной по остальным.

Наиболее часто причиной потери работоспособности механизма или системы в целом является предельный износ одной из рабочих поверхностей детали. В случае износа трудо- и материалоемких деталей снизить затраты на восстановление работоспособности возможно было бы заменив только ту поверхность детали, которая подверглась предельному износу. Для этого необходимо заранее проектировать деталь составной с возможностью замены только износившейся части. Например, замена венца зубчатого колеса, бандажа кранового колеса, обечайки барабана конвейера, валька прокатного стана и других [3, 4].

Составная деталь должна отвечать следующим требованиям:

- по прочностным характеристикам и геометрическим параметрам она не должна существенно отличаться от цельной;
- конструкция соединения должна предусматривать возможность разборки, причем остающаяся для повторного использования часть не должна иметь повреждений контактных поверхностей;
- процесс соединения и разборки составных элементов должен быть достаточно технологичным не только на предприятии-изготовителе, но и в условиях ремонтного производства.

Наиболее приемлемым и удовлетворяющим вышеперечисленным требованиям является соединение составных деталей по посадке с натягом. Для обеспечения сборки деталей с натягом в настоящее время используют методы: прессовый, с охлаждением охватываемой детали, с нагревом охватывающей.

При использовании прессового метода при сборке и разборке не гарантируется целостность контактирующей поверхности детали, предназначенной для повторного использования. К тому же при больших габаритах соединения данный метод требует наличия мощного прессы, что тоже может стать проблемой в условиях ремонтного производства.

Охлаждение охватываемой детали также сопряжено с трудностями технологического характера и мероприятиями по обеспечению безопасности при хранении и использовании хладагентов. Данный метод позволяет получить разность температур охватываемой и охватывающей деталей около 200°C и его оправдано применять в случае, когда по каким-либо причинам нежелательно подвергать охватывающую деталь интенсивному нагреву.

Наиболее приемлемым является нагрев охватывающей детали - проще технологическое оборудование, температура нагрева ограничена только техническими требованиями к материалу детали. Нагрев охватывающей детали может осуществляться: в печах, масляных ваннах, ТВЧ, индукционным нагревом, газовыми горелками и так далее.

Здесь наибольший интерес вызывает индукционный нагрев. Он является более предпочтительным по следующим причинам [5]:

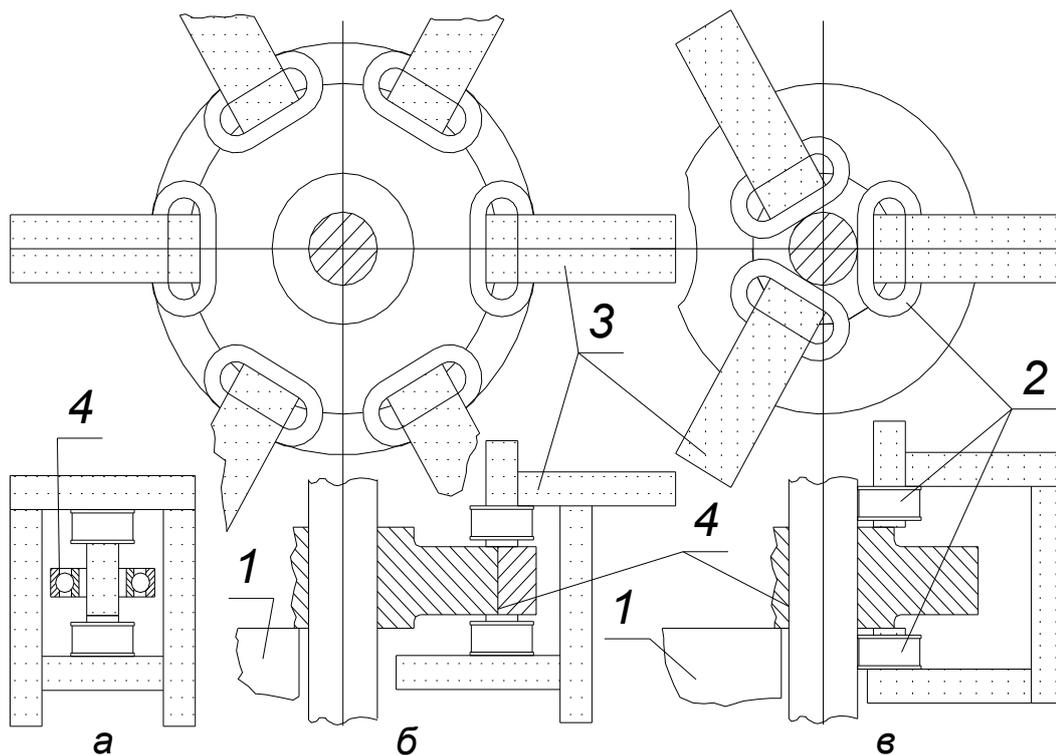
- тепловая энергия образуется непосредственно в материале детали, а не передается извне;
- нагреву подвергается не вся деталь целиком, а только необходимая локальная ее часть;
- есть возможность обеспечить скоростной интенсивный нагрев охватываемой детали, предохранив при этом от нагрева охватываемую для обеспечения качественной разборки соединения;
- по сравнению с другими способами нагрева затраты энергии минимальны;
- простота управления режимом нагрева дает возможность автоматизировать процесс сборки-разборки.

К тому ж, если сравнить нагрев крупногабаритных и небольших деталей, то для обеспечения в соединениях одинаковой величины натяга первые необходимо нагревать до меньшей температуры.

Однако, используемое для индукционного нагрева оборудование не является стандартным, оно изготавливается единичными экземплярами и предназначено для нагрева одной или нескольких близких по размерам подобных деталей, вследствие чего данное оборудование разнообразно по конструкции и размерам. Для технологичного производства и, тем более, ремонта может понадобиться целый ряд индукционных установок, что может стать проблемой в условиях мелкосерийного и единичного производства.

Для обеспечения надежной взаимосвязи системы "составное изделие - индукционный нагреватель" необходимо классифицировать типы индукционного оборудования с унификацией их параметрических рядов таким образом, чтобы охватить максимальное количество типоразмеров. Такие классификации существуют [6], предпринимаются также попытки классифицировать детали и соединения для унификации технологических операций и типизации нагревателей [7, 8, 9, 10]. Данные классификаторы помогают оптимизировать технологические процессы изготовления и ремонта соединений с натягом для решения вопросов снижения трудоемкости и сохранения качества [11].

Во многих случаях, при часто сменяемой номенклатуре деталей и соединений технологические вопросы также могут быть решены применением универсальных индукционных нагревателей, созданных по принципу агрегатирования. В качестве одного из вариантов конструкторской реализации принципа агрегатирования на рисунке 1 изображена индукционная установка, состоящая из базы-основания (поз. 1), на которой монтируются отдельные индукторы (поз. 2) со своими магнитными системами (поз.3). Индукционная установка трансформируется под каждый типоразмер (поз.4) с учетом особенностей конструкции соединения (рисунок 1 – а, б, в).



**Рис. 1** – Универсальная индукционная установка для нагрева деталей под сборку и разборку

Катушка индуктора состоит из двух полукатушек (верхней и нижней) и имеет овальную форму для более равномерного распределения магнитного потока вдоль поверхности соединения, кроме того, количество одновременно работающих катушек следует брать кратным трем, чтоб имелась возможность подключить их по схеме замкнутого треугольника - при этом силовая электросеть загружена равномерно.

Некоторое снижение производительности, коэффициента полезного действия и неравномерности нагрева компенсируются

универсальностью оборудования, что, в свою очередь, приводит к сокращению количества необходимых для производства разнообразных по конструкции и типоразмерам индукционных нагревателей. Следует отметить, что в каждом конкретном случае применение универсальных индукционных нагревателей должно быть оправдано с экономической точки зрения.

Таким образом, для повышения качества изделия при проектировании конструкции крупногабаритных деталей подъемно-транспортных машин, учитывая их значительную трудо- и материалоемкость, следует принимать во внимание его ремонтпригодность, для чего необходимо выполнить следующие условия:

- предусмотреть возможность повторного использования элементов после замены износившейся в процессе эксплуатации поверхности, для чего проектировать деталь составной по посадке с натягом;
- по возможности оставить открытым доступ к месту соединения для осуществления сборки и разборки с помощью индукционного нагрева, как наиболее технологичного метода сборки соединений с натягом;
- при проектировании технологических процессов сборки и разборки соединений шире использовать универсальное индукционно-нагревательное оборудование, созданное по принципу агрегатирования.

### **Список использованных источников**

1. Гельберг Б.Т. Ремонт промышленного оборудования : учеб. для проф.-техн. училищ / Б. Т. Гельберг, Г. Д. Пекелис. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1975.
2. Пукенец И.К. Ремонт промышленного оборудования. учеб. пособие для повышения квалификации слесарей-ремонтников / И. К. Пукенец, Н. В. Мурашев. – М. : Высш. шк., 1969.
3. Лебедь В.Т. Сборка крупногабаритных изделий ответственного назначения с использованием термовоздействия / В. Т. Лебедь, Б. М. Арпентьев // Вестник национального технического университета "ХПИ": сб. науч. тр. – 2009. – № 2. – С. 74–82.
4. Лебедь В.Т. Технология восстановления крупногабаритных и тяжеловесных составных изделий / В. Т. Лебедь // Вестник национального технического университета "ХПИ": сб. науч. тр. – 2009. – № 1. – С. 62–70.
5. Андреев Г. Я. Тепловая сборка колесных пар / Г. Я. Андреев. – Х. : ХГУ, 1965. – 227 с.
6. Арпентьев Б.М. Индуктори для нагріву деталей під складання і розбирання в механоскладальному виробництві та їх класифікація / Б. М. Арпентьев, М. К. Резніченко, А. М. Лагода // Вісник Сумського національного аграрного університету. – Суми, 2006. – №9(15). – С. 148–154.
7. Нормативное обеспечение качества технологии разборки

соединений с натягом с использованием индукционного нагрева // Современные проблемы подготовки производства, заготовительного производства, обработки, сборки и ремонта в промышленности и на транспорте: материалы 8-го Междунар. науч.-техн. семинара, г. Свалява. – К. : АТМ Украины, 2008. – С. 116–117.

8. Арпентьев Б. М. Унификация технологических процессов разборки соединений с натягом при нагреве / Б. М. Арпентьев // Вісник Національного технічного університету „Харківський політехнічний інститут”: зб. наук. пр. – Х., 2005. – №39. – С.45–50.

9. Классификация соединений с натягом в машиностроительных сборочных единицах для технологической разборки с индукционным нагревом // Весник КНУТД. – 2006. – №6. – С. 47–51.

10. Арпентьев Б. М. Классификация соединений, технологических операций и оборудования для построения технологических процессов / Б. М. Арпентьев // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2006. – № 3/2(21). – С. 74–77.

11. Зенкин А.С., Арпентьев Б.М. Сборка неподвижных соединений термическими методами / А. С. Зенкин, Б. М. Арпентьев. – М.: Машиностроение, 1987. – 128 с.

**Смирнов И.П.** «Развитие технологии ремонта подъемно-транспортного оборудования».

В статье рассмотрены проблемы создания ремонтпригодных конструкций подъемно-транспортных объектов и проведения ремонтных работ, развития одного из принципов конструирования крупногабаритных деталей подъемно-транспортных машин и оборудования для улучшения качества проектируемого изделия и выявления наиболее технологичных решений для реализации принципа ремонтпригодности.

**Ключевые слова:** технология ремонта, подъемно-транспортное оборудование, ремонтные работы, качество, ремонтпригодность.

**Смирнов І.П.** «Розвиток технології ремонту підйомно-транспортного встаткування».

У статті розглянуті проблеми створення ремонтпридатних конструкцій підйомно-транспортних об'єктів і проведення ремонтних робіт, розвитку одного з принципів конструювання великогабаритних деталей підйомно-транспортних машин і устаткування для поліпшення якості проектованого виробу і виявлення найбільше технологічних рішень для реалізації принципу ремонтпридатності.

**Ключові слова:** технологія ремонту, підйомно-транспортне встаткування, ремонтні роботи, якість, ремонтпридатність.

**Smirnov I.** «Development of technology of repair of lifting-transporting equipment».

The problems of creation of maintainable designs of hoisting-and-

transport objects and carrying out of repair work is solving in the article. Principle designing of large-sized details of hoisting-and-transport cars and the equipment for improvement of quality are offer. A projected product and revealing of the most technological decisions for realization of a principle of maintainability are considered.

**Key words:** technology of repair; lifting-transporting equipment; repair work; quality; maintainability.

Стаття надійшла до редакції 9 квітня 2009 р.