

ПРОБЛЕМА СОЗДАНИЯ НОРМАТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕМОНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Рассмотрены проблемы создания нормативного обеспечения ремонтных технологий для эффективного функционирования ремонтного производства. Разработаны методические основы создания нормативно-технических документов для ремонтных технологий на основе структурно-параметрического принципа на примере разборки соединений с натягом.

Ключевые слова: типизация, унификация, классификация, ремонтные технологии, структурно-параметрические связи, технологические системы разборки изделий, параметры качества.

Введение. Общие тенденции развития машиностроения, связанные с повышением надежности машин, обеспечили соединениям с натягом широкое распространение в транспортном, тяжелом, энергетическом, химическом машиностроении, судостроении. Однако обеспечение неразрушаемости деталей при ремонте, хотя и было обусловлено практическими потребностями, свелось к разрозненным справочным данным. Задача обеспечения неразрушаемости деталей при разборке соединений возникла в последнее время в связи с необходимостью более дешевого ремонта изношенных узлов (по сравнению с заменой на новые), а также требованиями энергосбережения, экологической чистоты и возросшими требованиями к качеству.

Для эффективного функционирования ремонтного производства необходимо иметь нормативно-технические документы (НТД), которые отражают требования к технологии и оборудованию связанные с конструкцией изделия. Их можно создать на основе типизации изделий и процессов. Инструментами типизации в широком понимании являются классификация и унификация объектов или процессов по признакам, необходимым для решения поставленной задачи. Основным инструментарием в технологиях является классификация изделий, а унификация и типизация - ее следствием.

Постановка проблемы. Ремонтное производство в машиностроении характеризуется жесткой взаимосвязью конструкции, технологии и оборудования для реализации технологии. Так, например, одни и те же соединения с натягом можно разбирать как прессовым методом так и с использованием термовоздействия. Эти два метода кардинально меняют технологический процесс (ТП): разборка при первом методе - выполняется с помощью прессового усилия, а при втором – с усилием равном весу одной из деталей соединения или усилием преодолевающим трение, поскольку разъединение деталей происходит с образованием зазора. Соответственно, при первом методе используется прессовое оборудование, а при втором – нагревательное или охлаждающее (или и то и другое одновременно). Изменение, даже незначительное, габаритов соединения часто требует другого по размерам оборудования, а изменение конструкции – оборудования другого типа.

Эта взаимосвязь определяет эффективность ТП по производительности и экономичности, то есть по качественным показателям процесса. Степень соответствия операций, производимых над деталями при разборке, определяет качество получаемого соединения и (или) детали. Поэтому НТД на технологии разборки соединений, а так же на оборудование, используемое в этих процессах, должны быть тесно взаимосвязаны.

Анализ исследований и публикаций. Достоинства индукционного нагрева являются причиной достаточно широкого распространения в ремонтном производстве техноло-

гий разборки на основе термовоздействия. Общепринятые названия этого способа – индукционно-тепловой способ (метод) разборки [1]. Он применяется в судоремонте, ремонте локомотивов, подвижного состава рельсового транспорта, дорожных машин, обогатительного и прессового оборудования и других видов техники. Хорошо зарекомендовал себя этот способ при разборке распредвалов двигателей, элементов рулевого устройства и съеме облицовок с валов в судостроении; разборке элементов колесных пар тепловозов, электровозов и вагонов, в том числе съеме подшипников и др. [2].

Основные исследования в области НТД и технологической подготовки ремонта соединений с натягом велись в направлениях разработки инструкций по использованию технических средств ремонта и частных ТП [3]. При этом (за неимением) не использовалась классификация, и унификация конструктивных элементов, не учитывался такой важный фактор в ТП как схема базирования и т.д. [4]. ТП строились, в основном, на основе экспериментальных исследований и расчеты, с ними связанные, велись по различным методикам [5-8].

Формулировка целей статьи. Развитие техники нагрева и охлаждения способствует переводу все более сложных соединений с натягом с распрессовки на разборку с использованием термовоздействия. Разборка соединений ответственного назначения с натягом с использованием индукционного нагрева, как обладающая более широкими технологическими возможностями, в первую очередь требует исследований и нормативно - технического обеспечения.

Принципы создания НТД ремонтных технологий. Все выше сказанное позволяет предложить принцип построения НТД для ремонтных технологий, на основе анализа структурно-параметрических связей в технологических системах разборки изделий. Для краткости будем называть его структурно-параметрическим принципом.

Рассмотрим сущность структурно – параметрического принципа на примере технологий разборки соединений с натягом, использующей индукционный нагрев. Соединение с натягом – это соединение деталей с упругим контактом. Упругий контакт может осуществляться через промежуточный материал – гальваническое покрытие, полимерную пленку или иную прослойку. Соединения могут быть двух типов: вал с втулкой и втулка с корпусом. Натяг может быть конструкторским или образовываться в процессе эксплуатации изделия.

Разъединение деталей соединения при использовании термического воздействия происходит после образования технологического теплового зазора между поверхностями контакта деталей - их посадочным поверхностям. Тепловой зазор обеспечивается необходимым для данного соединения уровнем и распределением тепловой энергии по нагреваемой детали. Уровень определяет температура нагрева. Ее величина для данной детали должна быть не меньше некоторой минимальной - T_{min} и не превышать некоторого допустимого значения - $[T]$.

T_{min} – это температура, при которой происходит такое расширение посадочной поверхности охватываемой детали, что оно компенсирует натяг соединения и тепловое расширение охватываемой вследствие теплопередачи от охватываемой, а так же образует минимально необходимый монтажный зазор. Большая величина монтажного зазора увеличит расход тепловой энергии, которая будет идти на перегрев деталей а, значит и на потери в окружающую среду.

При разборке необходимо, чтобы произошло разъединение деталей в соединении, для этого целесообразно совмещать тепловое и механическое воздействие, чтобы сразу, при образовании минимального зазора между деталями, их разъединить. Однако усилием механического воздействия не должны повреждаться посадочные поверхности детали. Естественным образом это может выполняться, когда в качестве механического воздействия, используют силы гравитации. В этом случае сдвигаемая деталь практически с нулевым зазором будет извлечена из неподвижной.

Для минимизации теплопередачи между деталями температура на посадочной поверхности охватывающей детали (корпуса, втулки), то есть на поверхности ее контакта с охватываемой (осью, валом), должна быть незначительной. В идеальном случае оставаться начальной. Реализовать это требование для охватывающих деталей типа диск с отверстием при толщине стенки 20-40 мм практически невозможно из-за высокой теплопроводности металла.

Минимизация теплопередачи достигается высокой скоростью нагрева охватываемой детали. Быстрый нагрев уменьшает и тепловые потери нагреваемой детали в окружающую среду. Если нагрев охватывающей детали медленный, то есть с большими тепловыми потерями на теплоотвод в охватываемую деталь и среду, то разборка соединения или совсем не осуществится, или произойдет при температуре T охватывающей детали значительно выше T_{\min} . Таким образом, T_{\min} гарантирует осуществление разборки соединения при минимальных энергозатратах.

Величина $[T]$ является параметром, определяющим неразрушаемость качества нагреваемой детали по физико-механическим свойствам металла или, если это необходимо, прослойки. Температура нагрева детали под разборку соединения не должна ее превышать.

Неразрушаемость качества разъединяемых элементов изделия и энергоэкономичность, таким образом, обусловлены выполнением температурного условия $[T] \geq T_{\min}$.

Следует отметить, что физико-механические свойства конструкционных материалов необратимо начинают изменяться при нагреве до температур свыше $(360 - 400)^\circ\text{C}$.

Быстрый, даже импульсный нагрев легко создать с помощью индукционного способа, при котором происходит выделение тепловой энергии в соответствии с законом Джоуля - Ленца. Это значит, что распределение тепловой энергии будет неравномерно и, соответственно, у охватывающей детали температура по наружной поверхности всегда будет выше, чем в срединных слоях металла. Экономии энергии при нагреве деталей типа втулка эта неравномерность не даст. Для деталей ступенчатого профиля с помощью неравномерного нагрева можно существенно сэкономить энергию. Для этого следует нагревать часть детали, например, ступицу. Но здесь, кроме высокого значения температуры наружной нагреваемой поверхности части детали для неразрушения качества детали представляет опасность возникновение недопустимых по величине температурных напряжений. Поэтому следующим условием неразрушения получаемых деталей является условие сохранения прочности нагреваемой детали при неравномерном нагреве, создающем градиент температур и, следовательно, напряженность в материале.

Это условие представляет собой соотношения:

$$[\sigma_r] < \sigma_{r \max} ; [\sigma_\theta] < \sigma_{\theta \max} ,$$

Таким образом энергосбережение и качество операции разборки зависит от режима нагрева, который обеспечивает T_{\min} в охватывающей детали при экономичном распределении тепловой энергии по нагреваемой поверхности и всему материалу деталей. То есть лимитирующим качеством деталей разбираемых соединений является температура: минимальное и максимальное ее значения, а так же ее распределение по детали, при котором сохраняется прочность материала.

Необходимый уровень температуры определяет диаметр посадки, натяг и материал детали, в соответствие с известной зависимостью

$$T = \frac{N+i}{\alpha d} + T_o .$$

Распределение температур – температурное поле может создаваться постоянным и периодическим действием индуктора, и при этом нагрев может быть полным (вся деталь) или локальным (часть детали - ступица или та часть, под которой находится посадочная

поверхность). Длительность нагрева может быть ограничена или неограничена. Определение формы температурного поля, которое обеспечит разборку соединения при допустимых напряжениях, зависит от формы нагреваемой детали – тело вращения типа втулка или несимметричная типа корпус (пластина со смещенным отверстием, эллиптической формы с центральным отверстием втулка, рычаг со ступицей и т.д.).

Таким образом, имеется связь лимитирующих параметров качества с параметрами нагреваемой детали и соединения в целом. При этом, естественно, имеется функциональная связь деталей с самим соединением.

От вида нагревателя – индуктор охватывает деталь или ее часть, и типа индукционной системы – одно - или многокатушечная, зависит распределение мощности по нагреваемой детали, а значит и форма температурного поля. Рассмотрим реализующий технологическую операцию индукционный нагреватель с позиций связи его характеристик с лимитирующими качеством параметрами. Как указывалось, на температурное поле влияет так же и временной фактор – когда и как долго производится нагрев. В ИНУ цикл нагрева обеспечивает система управления. То есть имеется прямая связь лимитирующих качеством параметров с конструктивными параметрами ИНУ и характером управления нагревом. В то же время длительность нагрева – это фактор, определяющий величину температуры, а ее нужное значение, как было сказано, определяют параметры соединения N , i и D , и параметры детали – ее материал (через коэффициент линейного расширения) Кроме того, от длительности нагрева зависит и производительность ТП. Все сказанное показывает структурную взаимосвязь параметров лимитирующих качеством детали соединения с качеством и производительностью технологической операции разборки, характеристикой нагревательного оборудования, и между собой. Эту взаимосвязь можно представить в виде схемы рис.1.

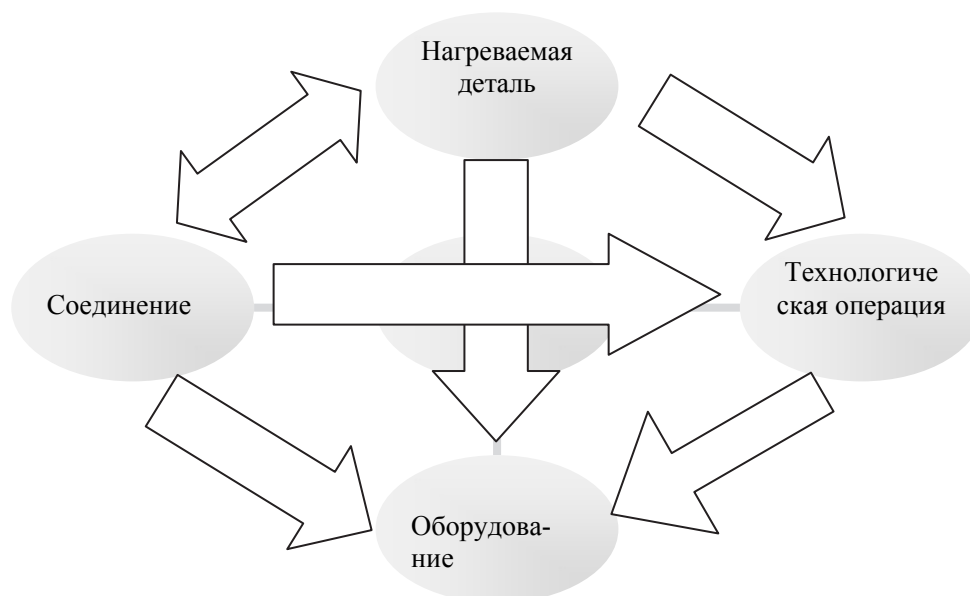


Рис.1 Схема взаимосвязи нагреваемой детали, соединения, технологической операции и оборудования

Как видно из схемы, имеются прямые и обратные связи между ее компонентами. Такая схема «квадрат» показывает структурно-параметрические связи в технологической системе любого ремонтного производства. Она так же может использоваться для выпускающего (сборочного) производства.

Эта схема позволяет установить связи между параметрами, определяющими производительность и экономичность ТП, то есть двумя важными качественными показателями технологий. Для ТП разборки соединения с использованием нагрева, производительность определяет время нагрева до получения ΔD_v , компенсирующего N и образующего i . Оно

зависит от величины N и нагреваемой массы охватывающей детали. Это время связано с мощностью нагревателя. Экономичность же связана с конструкцией нагревателя – соответствие его вида и типа конструкции соединения и детали. Детализация схемы «квадрат», позволит находить наиболее эффективный вариант нагревателя. Она будет выполнена после классификации деталей и соединений, унификации операций разборки и типизации нагревательного оборудования.

Выводы. Таким образом, разработке комплекта нормативной документации должна предшествовать подготовительная работа, состоящая в структурно – параметрическом анализе технологической системы, которая включает: выделение параметров технологических операций, от которых зависят основные технологические показатели – производительность, экономичность и качество изделия или его элементов; установление взаимосвязи операций с параметрами деталей, соединений и оборудованием. То есть выявление лимитирующих качество параметров ТП, определяющих расход энергии и производительность процесса, а так же определение взаимосвязи между ними, является технической основой для построения совокупности взаимосвязанных документов по изделию, технологии и оборудованию.

Литература

1. Соколовский А.П. *Научные основы технологии машиностроения [Текст] / А.П. Соколовский М., Машгиз, 1995. 514с.*
2. *Сборка и монтаж изделий машиностроения [Текст] / Т.1: Справочник /Под ред. В.С.Корсакова, В.К.Замятина. – М.: Машиностроение, 1983. – 480 с.*
3. *Зенкин А. Побудова комплекту нормативних документів для інтегрованих систем якості на основі обмеження різноманітності [Текст] / А.Зенкин, Г.Хімічева, Б.Барей // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2003 - №2. – С. 22-25.*
4. *Чепурко И.П. Базирование деталей при сборке соединений с термовоздействием [Текст] / И.П.Чепурко, Т.В. Макушенко // Тез. докл. межд. науч.-техн. конф. «Прогрессивная техника и технологии машиностроения» – Донецк: ДГТУ, - 1995. - С. 260-261.*
5. *Зенкин А.С., Арпентьев Б.М. Сборка неподвижных соединений термическими методами [Текст] / А.С. Зенкин, Б.М.Арпентьев – М.: Машиностроение, 1987. – 128с.*
6. *Лагода А.Н. Классификация соединений, технологических операций и оборудования для построения технологических процессов [Текст] / А. Н. Лагода, Б. М. Арпентьев // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2006.- № 3/2(21). - С.74-77.*
7. *Лагода, А.Н. Классификация соединений с натягом в для разборки с индукционным нагревом [Текст] / А. Н. Лагода, Г. М. Триш // Науково-практична конференція науково-педагогічних працівників, науковців, аспірантів та співробітників академії (43-тя; 19 лютого 2010; Харків). Ч. 3: Секції: Загальної та інженерної психології, Опору матеріалів та теоретичної механіки, Металоріжучого обладнання і транспортних систем, Технологій та управління якістю в машинобудуванні, Інтегрованих технологій в машинобудуванні та зварювального виробництва : збірник тез доповідей / Укр. інж.-пед. академія. - Х. : [б. в.], 2010. - С. 30.*
8. *Павлова, А.А. Разработка нормативно-технической документации для ремонта соединений с натягом [Текст] / А. А. Павлова, А. Н. Лагода // Восточно-европейский журнал передовых технологий. - 2011. - N 3/1. - С. 39-42.*

©Г.О. Павлова, А.М.Лагода

УДК 621.757

Г.О. Павлова, к.т.н., доцент

А.М.Лагода, асистент

Українська інженерно-педагогічна академія

ПРОБЛЕМА СТВОРЕННЯ НОРМАТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕМОНТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Розглянуто проблеми створення нормативного забезпечення ремонтних технологій для ефективного функціонування ремонтного виробництва. Розроблено методичні основи створення нормативно-технічних документів для ремонтних технологій на основі структурно-параметричного принципу на прикладі розбирання з'єднань з натягом.

Ключові слова: *типізація, уніфікація, класифікація, ремонтні технології, структурно-параметричні зв'язки, технологічні системи розбирання виробів, параметри якості.*

UDC 621.757

A.A. Pavlova, PhD., docent

A.N.Lagoda, Assistant

Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy

PROBLEM OF CREATION OF THE NORMATIVE PROVIDING OF REPAIR TECHNOLOGIES

The problems of creation of regulatory Provision of the effective functioning of repair production are considered. The Methodical Bases creation of normative-technical documents for repair technologies based on structural-parametric principle is developed for creation of on the example of sorting out of connections with strength are developed.

Keywords: *typization, standardization, classification, repair technologies, structural parametric connections, technological systems of sorting out of wares, parameters of quality.*