

Выводы. Таким образом, анализ напряженно-деформированного состояния цементированных ЭЭЛ поверхностных слоев и цементированных слоев с покрытием из мягких антифрикционных металлов, подвергаемых последующей ППД, а также предложенная методика (3-34) позволяют нам определять геометрические параметры очага деформации и его макроскопические параметры - глубину наклепанного слоя h_s и интенсивность деформации ε_{i0} .

Литература.

1. Лазаренко Н.И. Электроискровое легирование металлических поверхностей. / Н.И.Лазаренко - М.: Машиностроение, 1976.- 46 с.
2. Способ цементации стальных деталей электроэрозионным легированием. Пат. 2337796. Российская Федерация. МПК В 23Н 9/00 / Марцинковский В.С., Тарельник В.Б., Белоус А.В.; Заявл. 05.10.2006; Опубл. 10.04. 2008, Бюл. № 31.- 3с.
3. Тарельник В.Б. Управление качеством поверхностных слоев деталей комбинированным электроэрозионным легированием. / В.Б.Тарельник - Сумы: «Мак.Ден»,- 2002.- 324 с.
4. Дрозд М. С. Инженерные расчеты упруго пластической контактной деформации. / М.С.Дрозд, М.М.Матлин, Ю.И.Сидяков - М.: Машиностроение, 1986.- 219 с.
5. Тарельник В.Б. Математическая модель определения глубины упрочненного слоя при электроэрозионной цементации / В.Б.Тарельник, А.В.Белоус //Вестник национального технического университета "ХПИ".- 2007.- № 17.- С. 3-7.

УДК 621.03.004.74:621.03.004.67–167.7

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССА РЕНОВАЦИИ МАШИН ВНЕДРЕНИЕМ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ИХ РАЗБОРКИ

Коноплянченко Е.В., Колодненко В.Н.

Постановка проблемы в общем виде. Реновация – это отрасль технической науки, обеспечивающая проектирование и применение производственных и инновационных процессов, которая позволяет решать задачи реинжиниринга, т.е. реконструкции, модернизации и восстановления работоспособности технических средств и объектов материального производства, с целью обеспечения их конкурентоспособности и продления ресурса.

Анализ последних исследований и публикаций. Выполненный анализ состояния отечественной и зарубежной промышленности позволил критически оценить преимущества, недостатки современных технологий реинжиниринга машин. Анализ показал значительное отставание технического уровня используемых средств технологического оснащения на ремонтных предприятиях и предприятиях – изготовителях изделий, что в свою очередь приводит к резкому возрастанию трудоемкости ремонта. Так, расходы на ремонт металлорежущих станков за срок их службы в 3-5 раз превышают их первоначальную стоимость. Задача усложняется в связи с увеличением выпуска количества прецизионного оборудования. Удельный вес разборочно-сборочных работ в трудоемкости ремонта машин составляет 46-60% [1]. Отсутствие высокоэффективного оборудования в ремонтных подразделениях приводит к низкому качеству ремонта, нарушению целостности высокоточных соединений, поломке дорогостоящих деталей. Зачастую после восстановления вышедшей из строя машины она имеет больше дефектов, чем до ее ремонта.

В реальных производственных условиях в период эксплуатации изделий может меняться не только тип соединения, но и степень их воздействия на окружающую среду (химическая, радиологическая, бактериологическая опасность и т.д.), что непременно приводит к изменению набора задействованных при реинжиниринге методов. Перед

разработчиками нередко стоят задачи обеспечения работоспособности технологических систем разборки в условиях жесткого временного допуска на выполнение операций. Данное ограничение вызвано спецификой процесса разборки изделий из-за присутствия в изделии опасных или вредных факторов, наличие температурного допуска и т.д. Сложность решения данной задачи высока в связи с тем, что оригинален не только путь к месту дефекта, но и технология восстановления вышедшего из строя элемента машины. Это связано со случайностью появления дефекта по причине различной надежности составных частей машины.

Анализ научно-технической литературы в области оптимизации технологических процессов показал отсутствие формализованных методик, позволяющих оптимизировать процесс разборки. Решение задачи осуществляется на основе опыта и интуиции технологов.

Поиску оптимальной последовательности разборки посвящен ряд концепций [2] таких как: Диаграмма последовательности сборки, которая позволяет выполнить анализ на возможность/невозможность присоединения детали на этапе узловой сборки; И/ИЛИ граф, устанавливающий условия предшествования между деталями; Граф связи, который описывает взаимосвязь и ограничение на перемещение сопрягаемых деталей; Неориентированный граф препятствий, определяющий природу блокирования перемещений деталей, используя понятие разбиения графа; Концепция геометрических ограничений, учитывающая простоту разборки. Кроме этого широкое применение для формализации генерации последовательностей разборки и сборки вызвало их представление в виде сетей Петри.

Формулирование целей статьи (постановка задачи). Основная проблема вышеуказанных подходов состоит в том, что они ориентированы только на геометрические объекты без учета технологической специфики их разборки. При этом, важное влияние на оптимальный вариант оказывает: наличие необходимого технологического оснащения и его стоимость; стоимость выполнения операций разборки, отладки и контроля отдельных узлов машин; стоимость отдельных деталей, которые входят в изделие; экологическая безопасность доступа к деталям, которые работают в условиях опасных для человека.

При оптимизации структуры технологического процесса необходимо выбрать оптимальное соответствие между технологической системой изделия с учетом ее членения до вышедшей из строя детали и технологической системой производства [3]:

$$TСИ \equiv \bigcup_{i=1}^k TCCE_i \bigcup_{S=1}^l TCD_S$$

.....

$$TCCE_i \equiv \bigcup_{j=1}^m TCD_{ij}$$

где TСИ – обозначение технологической системы «изделие»;

TCD_{ij} – i-я технологическая система «сборочная единица» ($i \in [1, k]$);

TCD_S – S-я технологическая система «деталь», входящая непосредственно в целое изделие;

TCD_{ij} – j-я технологическая система «деталь», входящая в i-ю сборочную единицу, $j \in [1, m]$ и $i \in [1, k]$.

Технологическая система производства (в данном случае: система разборки изделия):

$$TCP \equiv PЭ_i \cup \Pi_\gamma \cup PO_\varepsilon \cup \Pi_\lambda \cup PЭ_{i-1} \cup TC_i,$$

где TCP – технологическая система разборки изделия;

$PЭ_i \in TCI$ - i -й разбираемый элемент технологической системы изделия;

Π_γ – приспособление для $PЭ_i$;

PO_ε – технологическое оснащение разборки;

Π_λ – приспособление для $PЭ_{i-1}$ отсоединяемого сборочного элемента;

TC – технологическая среда (пыльность, влажность, температура воздуха и др.) при выполнении технологического процесса разборки изделия.

Таким образом, задачу реинжиниринга объектов машиностроения необходимо решать в комплексе с научно обоснованной совокупностью применяемых технологических методов. При оптимизации разборочных работ, необходимые новые методики, которые позволяют выполнить разборку до детали, которая вышла из строя по оптимальному пути в условиях существующего производства.

Изложение основного материала исследования.

Методика исследований. Предлагаемая концепция основана на формализации процесса разборки изделий с учетом влияния, как условий эксплуатации на изделие, так и учета степени влияния остаточных негативных эксплуатационных факторов в изделии на окружающую среду.

Изделие, с точки зрения технологии разборки, представляется совокупностью видов соединений входящих в него деталей:

$$M = \{VS_i^j\},$$

где VS_i^j - j -е количество i -х видов соединений деталей в изделии.

Процесс трансформации вида соединения в период эксплуатации представлен на рисунке 1.

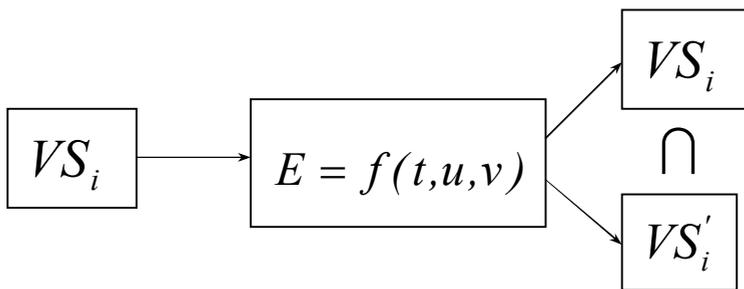


Рис.1 Схема трансформации вида соединения в процессе эксплуатации изделия

Здесь - вид соединения деталей в изделии до эксплуатации;

VS'_i - постэксплуатационная трансформация вида соединения.

$E = f(t, u, v)$ - период эксплуатации изделия, как функция, зависящая от ряда факторов: t – времени эксплуатации; u – условий эксплуатации; v – степени остаточного воздействия на окружающую среду.

Фактор времени – за длительное время эксплуатации деталей даже в нормальных условиях происходит изменение вида соединения, связанное например, с износом пар трения, изменения физических свойств деталей находящихся в контакте (пересыхание резиновых уплотнений, намагничивание поверхности контакта и т.д.). Фактор условий эксплуатации – воздействие агрессивной среды, запыленность рабочей зоны, термовоздействие, тяжелые нагрузки, эксплуатация в условиях жесткого излучения (повышенная радиация), химическое, бактериологическое и др. виды заражения. Фактор степени остаточного воздействия на окружающую среду – определяет степень последствий воздействия неблагоприятных условий эксплуатации на изделие в целом, и входящие в него детали в частности (взрывоопасность, остаточная радиационное излучение, биологическая опасность и т.д.).

Все вышеуказанные факторы оказывают влияние, по отдельности и в своей совокупности, не только на трансформацию видов соединений, но и на генерацию последовательности частичной разборки изделий до вышедшей из стоя детали. Кроме того, выбор производственных условий на ремонтном предприятии и средств технологического оснащения также зависит от комбинации их влияния.

Сложный и малоизученный характер влияния данных факторов не позволяет построить единую математическую модель проектирования операционной технологии с использованием интегрального критерия оценки и выбора решений [4]. Системное многоуровневое расчленение всей задачи на более простые части, применение итерационных алгоритмов решения каждой из них на основе эвристических критериев, дают возможность преодолеть недостаточность информации и успешно решать задачу проектирования операционной технологии.

При этом множество решений данной задачи на качественном уровне будет описываться уравнением (необходимое условие):

$$\forall_{\psi \in \Psi} R_{\psi} = \{ R \mid \gamma_R^{\min} \leq \gamma_R \leq \gamma_R^{\max} \},$$

т.е. для всех существующих вариантов решения задачи (совокупности технологий) заложенные критерии по качеству процесса должны находится в области допустимых значений $\lambda_{P_0}^{\min} \leq \lambda_{P_0} \leq \lambda_{P_0}^{\max}$, по прогнозированию вероятности бездефектной разборки ответственных изделий, по обеспечению заданной точности, герметичности и т.п. Кроме того, одним из приоритетных критериев является экологическая безопасность доступа к деталям, которые работают в условиях опасных для человека и/или окружающей среды.

Решение за дачи на технологическом уровне описывается выражением (достаточное условие):

$$\exists_{\xi \in \Theta} R_{\xi} = \bigcap_{\psi=1}^{\chi} R_{\psi} \vee \exists_{\phi=1}^{\varphi} M_{\phi} \vee \exists_{\zeta=1}^{\chi} STO_{\zeta} \vee \exists_{\varepsilon=1}^{\tau} TP_{\varepsilon},$$

где $\exists_{\xi \in \Theta} R_{\xi}$ – существующий вариант решения задачи;

$\bigcap_{\psi=1}^{\chi} R_{\psi}$ – совокупность вариантов решения задачи, удовлетворяющих необходимому

условию;

$\exists_{\phi=1}^{\varphi} M_{\phi}$ – наличие методов решения задачи для каждого варианта;

$\exists_{\zeta=1}^{\lambda} STO_{\zeta}$ – наличие средств технологического оснащения, способных реализовать необходимые методы;

$\exists_{\varepsilon=1}^{\tau} TP_{\varepsilon}$ - наличие необходимых технологических режимов для средств технологического оснащения под каждый метод.

Оптимизационная задача по экономическим критериям (минимуму технологической себестоимости) тогда может быть представлена выражением:

$$R^{opt} = \lim_{C_{mex} \rightarrow min} R | C_{mex} \in \{C_R\}.$$

Ожидаемые результаты. Применение предлагаемого подхода позволит повысить качество процесса ремонта и модернизации сложной современной техники, тем самым продлить ее ресурс, а внедрение формализованной методики в условиях реального производства повысит уровень и эффективность использования имеющихся средств технологического оснащения.

Выводы. Основная идея приведенной в статье концепции заключается в разработке методологии системного подхода к проектированию высокоэффективных технологических систем, применяемых при реконструкции, модернизации и восстановлении работоспособности технических средств и объектов материального производства в машиностроении.

Литература.

1. Новиков М.П. Основы технологии сборки машин и механизмов/ Новиков М.П. - М.: Машиностроение, 1980. – 592 с.
2. Gupta S. M. Disassembly of Products/ Gupta S. M., McLean C. R. // Computers and Industrial Engineering.- 1996. -Vol.31(1)- P.225-228.
3. Коноплянченко Е.В. Обеспечение ресурсосбережения сложной техники на этапе ремонта направленным выбором технологии ее разборки/ Коноплянченко Е.В.// Вісник ХНТУСГ. Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва. – Харків: ХНТУСГ. – 2010. – Вип. 100 – С.317-321.
4. Цветков В.Д. Системно-структурное моделирование и автоматизация проектирования технологических процессов/ Цветков В.Д. – Мн.: Наука и техника, 1979. - 264с.