

Polish Academy of Sciences

University of Engineering and Economics in Rzeszów

MOTROL

**COMMISSION OF MOTORIZATION AND ENERGETICS
IN AGRICULTURE**

AN INTERNATIONAL JOURNAL
ON OPERATION OF FARM AND AGRI-FOOD INDUSTRY MACHINERY

Vol. 16, No 3

LUBLIN – RZESZÓW 2014

Editor-in-Chief: Eugeniusz Krasowski

Assistant Editor: Jerzy Grudziński

Associate Editors

1. Agricultural machinery: *Valeriy Dubrovin*, Kiev, *Mariusz Szymanek*, Lublin
2. Machinery of agri-food industry: *Leszek Mościcki*, Lublin
3. Energetics: *Ilya Nikolenko*, Simferopol, *Janusz Wojdalski*, Warszawa
4. Land management, urban planning, architecture and geodesy: *Karol Noga*, Kraków, *Roman Kodaj*, Rzeszów, *Michał Proksa*, Rzeszów, *Lech Lichołaj*, Rzeszów
5. Mathematical, statistics: *Andrzej Kormacki*, Lublin, *Rostislav Bun*, Lviv

Editorial Board

Dariusz Andrejko, Lublin, Poland	Aleksandr Morozov, Simferopol, Ukraine
Andrzej Baliński, Kraków, Poland	Janusz Mysłowski, Szczecin, Poland
Wołodmyr Bulgakow, Kiev, Ukraine	Ignacy Niedziółka, Lublin, Poland
Zbigniew Burski, Lublin, Poland	Paweł Nosko, Lugansk, Ukraine
Karol Cupiał, Częstochowa, Poland	Gennadij Oborski, Odessa, Ukraine
Aleksandr Dashchenko, Odessa, Ukraine	Yurij Osenin, Lugansk, Ukraine
Kazimierz Dreszer, Lublin, Poland	Marian Panasiewicz, Lublin, Poland
Valeriy Dyadychev, Lugansk, Ukraine	Sergiej Pastushenko, Mykolayiv, Ukraine
Dariusz Dziński, Lublin, Poland	Iwan Rohowski, Kiev, Ukraine
Sergiej Fedorkin, Simferopol, Ukraine	Józef Sawa, Lublin, Poland
Jan Gliński, Lublin, Poland	Povilas A. Sirvydas, Kaunas, Lithuania
Dimitriy Goncharenko, Kharkiv, Ukraine	Wołodmyr Snitynskiy, Lviv, Ukraine
Aleksandr Hołubenko, Lugansk, Ukraine	Stanisław Sosnowski, Rzeszów, Poland
L.P.B.M. Jonssen, Groningen, Holland	Ludvikas Spokas, Kaunas, Lithuania
Stepan Kovalyshyn, Lviv, Ukraine	Jarosław Stryczek, Wrocław, Poland
Józef Kowalczyk, Lublin, Poland	Aleksandr Sydoruk, Kiev, Ukraine
Elżbieta Kusińska, Lublin, Poland	Wojciech Tanas, Lublin, Poland
Andrzej Kusz, Lublin, Poland	Viktor Tarasenko, Simferopol, Ukraine
Janusz Laskowski, Lublin, Poland	Giorgiy F. Tayanowski, Minsk, Bielarus
Nikołaj Lubomirski, Simferopol, Ukraine	Henryk Tylicki, Bydgoszcz, Poland
Kazimierz Lejda, Rzeszów, Poland	Denis Viesturs, Ulbrok, Latvia
Dmytro Melnychuk, Kiev, Ukraine	Dmytro Voytyuk, Kiev, Ukraine
Maksym Melnychuk, Kiev, Ukraine	Anatoliy Yakovenko, Odessa, Ukraine
Jerzy Merkisz, Poznań, Poland	Oleg Zaitsev, Simferopol, Ukraine
Ryszard Michalski, Olsztyn, Poland	Tadeusz Złoto, Częstochowa, Poland

All the scientific papers positive evaluations by independent reviewers

Linguistic consultant: Valeriy Dubrovin

Typeset: Ivan Rohowski

Cover design: Eugeniusz Krasowski

Photo on the cover: Janusz Laskowski

Editorial Office address: Commission of Motorization and Energetics in Agriculture

Wielkopolska Str. 62, 20-725 Lublin, Poland

e-mail: eugeniusz.krasowski@up.lublin.pl

ISSN 1730-8658

© Copyright by Polish Academy of Sciences 2014

© Copyright by University of Engineering and Economics in Rzeszów 2014

In co-operation with National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine in Kiev 2014

Edition 200+16 egz. Ark. Druku

Publishing Office address: AgroMedia

Sadovaya Str. 38d, 03-027 Kiev, Ukraine

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕИНЖИНИРИНГА СРЕДСТВ ТРАНСПОРТА СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Евгений Коноплянченко, Владислав Герасименко, Виталий Колодненко

Сумской национальный аграрный университет

Украина, г. Сумы, ул. ул. Герасима Кондратьева, 160

Evgenie Konopljanchenko, Vladislav Gerasimenko, Vitaly Kolodnenko

Sumy National Agrarian University

Str. Gerasim Kondratyev, 160, Sumy, Ukraine

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы реинжиниринга средств транспорта специального назначения. Изложена методика сохранной разборки их элементной базы с учетом специфики условий эксплуатации и остаточного влияния на окружающую среду.

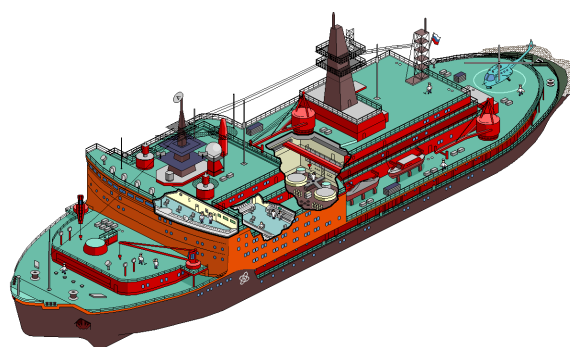
Ключевые слова: ресурс, технология, реинжиниринг, транспорт.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

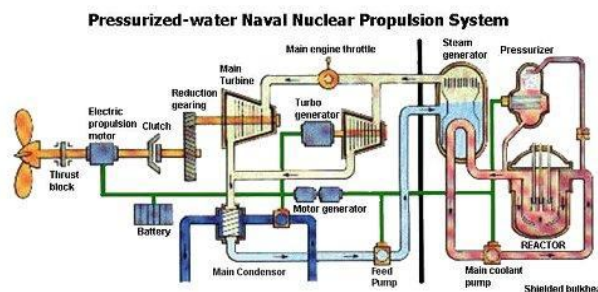
Основой продовольственного и кормового среди всего разнообразия средств транспорта, в отдельную группу, можно выделить такие средства, к которым предъявляются повышенные требования по безопасности эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту, в силу специфических особенностей их конструкции и функционального назначения. Представителем таких средств является морской транспорт с ядерными силовыми установками (рис. 1).

Безопасность ядерных установок требует системной организации работ. Для безопасности эксплуатации такого рода оборудования существует масса нормативной документации, такой как стандарт организации СТО СМК-117-2009 «Обеспечение безопасности ядерных установок», который: отражает приверженность организации требованиям культуры безопасности; распространяется на сотрудников (специалистов), осуществляющих разработку всех типов ядерных установок, находящихся в компетенции организации; формирует систему мер по комплексному решению вопросов безопасности создаваемых и эксплуатируемых установок; устанавливает требования к организации и содержанию работ, связанных с обеспечением безопасности ядерных установок и их составных частей для всех этапов

жизненного цикла; определяет обязанности и взаимодействие должностных лиц и подразделений организации по обеспечению безопасности.



a)



b)

Рис. 1. Схема расположения (a) и схема работы (b) корабельной ядерной установки

Fig. 1. Arrangement scheme (a) and the work scheme (b) ship nuclear installation

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

На этапе ремонта и модернизации таких изделий возникает необходимость их разборки до вышедшей из строя детали (рис. 1).

Известно, что полная разборка оборудования при ремонте или модернизации – одна из нежелательных операций, так как даже при самой квалифицированной сохранной разборке нарушаются сопряжение прирабо-

таных деталей и нормальный натяг в пазах с неподвижными посадками [1, 4, 7]. Часть деталей при разборке повреждается (ломаются приливы, лапки, фланцы, сбиваются грани болтов, гаек, разрушаются шпильки, заклепки и т. п.). Агрегаты и детали, не требующие ремонта, вообще не рекомендуется снимать с оборудования из-за возможного снижения работоспособности машин в целом. Поэтому перед разборкой оборудования важно определить объективную потребность выполнения работ [1, 3, 5].

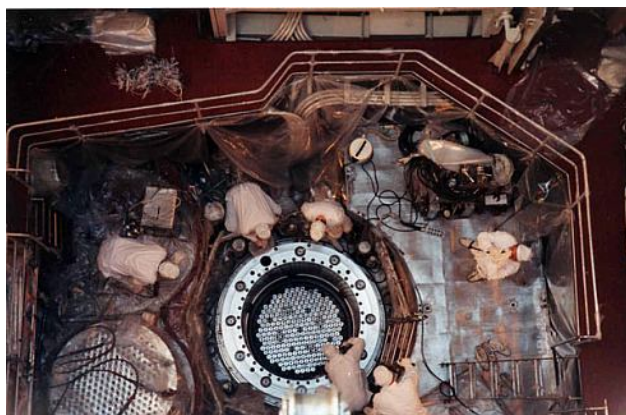


Рис. 2. Процесс ремонта ядерного реактора корабельной установки

Fig. 2. Process of repair of nuclear reactor of ship installation

Однако вопросы, касающиеся непосредственного применения пневмоподъема павшего стеблестоя и пневмоувливания зерна выбиваемого планками мотвила комбайна, в литературных источниках не освещались. А поэтому отсутствие теоретического обоснования процесса пневмоулавливания зерна не способствует и разработке эффективных технических решений для его реализации.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является проведение анализа процесса ресурсосберегающей технологии реинжиниринга средств транспорта специального назначения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В реальных условиях эксплуатации оборудования может меняться не только тип соединения входящих в него деталей, но и степень их воздействия на окружающую среду

(химическая, радиологическая опасность и т.д.), что непременно приводит к изменению набора задействованных при разборке методов [6, 10, 12].

Поиску оптимальной последовательности разборки посвящен ряд концепций таких как [3, 11]: 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 [13]. Основная проблема вышеуказанных подходов состоит в том, что они ориентированы только на геометрические объекты без учета технологической специфики их разборки.

С этой целью предлагается адаптировать метод сохранной разборки, получивший название «Распространение Волны Разборки», суть которого состоит в определении последовательности частичной разборки минимизированной по количеству отделяемых от изделия элементов, для специфических условий эксплуатации оборудования [8, 15-17, 19].

Данным подходом решаются две задачи:

- построение волны разборки, для определения топологии доступа к детали до которой необходимо выполнить разборку;
- определение точек пересечения волн разборки для формирования множества вариантов последовательности разборки изделия.

В общем случае в процессе разборки изделия рассматриваются два вопроса – полная и выборочная (частичная) разборка. Проиллюстрируем оба варианта при помощи геометрической модели (рис. 3).

При этом сама геометрическая модель сборочной единицы или изделия (*A*), является совокупностью деталей (компонентов) (*C*)

входящих в множество последовательностей разборки (S) [19, 20].

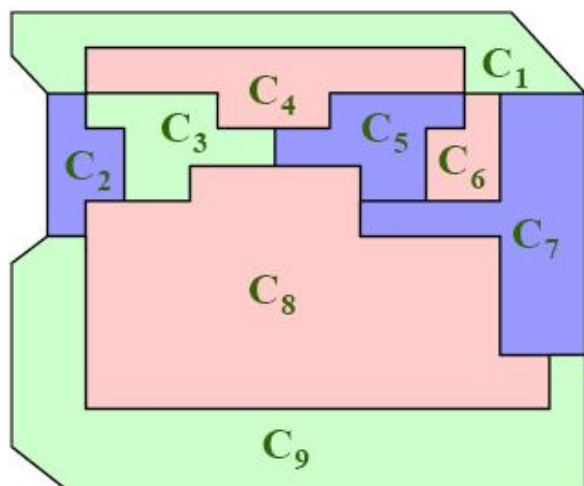


Рис. 3. Модель изделия для иллюстрации процесса разборки

Fig. 3. Model of product for illustration of process of dismantling

В случае полной разборки (CD) все детали изделия A содержатся в последовательности S . Для примера, представленного на рис. 3 данная последовательность описывается выражением:

$$S = \{C_9, C_7, C_1, C_2, C_8, C_6, C_4, C_3, C_5\}.$$

В случае частичной разборки (SD) процесс выполняется только до необходимой детали или их совокупности. Например, для совокупности целевых деталей $C = \{C_3, C_5\}$ (рис. 1) одним из вариантов разборки может быть последовательность $S = \{C_1, C_4, C_3, C_5\}$.

Однако при необходимости доступа к одной или n деталям в изделии A возникает вопрос минимизации отделяемых деталей т.е. вопрос поиска оптимальной последовательности разборки (OS).

Решения проблемы частичной разборки (SD) методом «Распространение волны» (Wave Propagation (WP)) происходит согласно алгоритму автоматизированного поиска варианта последовательности S частичной разборки SD , который учитывает m – количество деталей C до которых необходимо выполнить разборку в изделии A состоящего из n – элементов.

Данный алгоритм выполняет отработку для двух условий частичной разборки:

1. SD до одной детали – определяемой как *Single SD* ($m = 1$),

2. SD до m – деталей ($1 < m < n$) – определяемой как *Multiple SD*.

При этом целевым элементом (*target component* - C_x) является деталь до которой необходимо выполнить разборку.

Детальными первой «волны» являются детали имеющие сопряжения (поверхность контакта) с целью.

Во вторую волну входят детали имеющие поверхности сопряжения с деталями первого круга, и т.д. до «границных» элементов (*boundary component* - C_b), находящихся на поверхности изделия.

Рис. 4 иллюстрирует распространение волны разборки от элемента C_x .

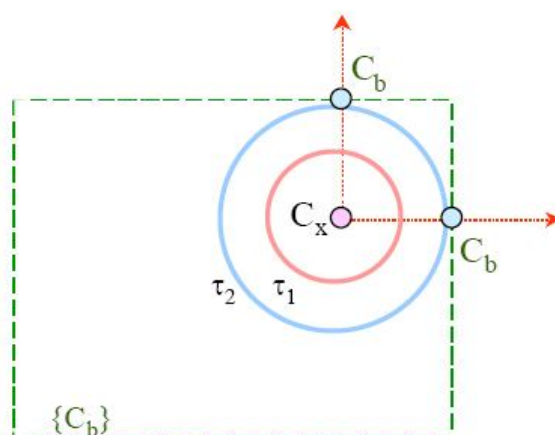


Рис. 4. Распространения волн разборки

Fig. 4. Distributions of waves of dismantling

Пример применения волн разборки приведен на рис. 5, где целевым компонентом является $C_x = C_{16}$. Для демонтажа элемента C_{16} – необходимо удалить элемент C_{17} в волне τ_1 , а C_{17} демонтировать после удаления элемента C_{18} в волне τ_2 [14,15].

Таким образом формируется последовательность $S = \{C_{18}, C_{17}, C_{16}\}$.

Также может существовать альтернативная последовательность $S = \{C_4, C_{10}, C_{16}\}$.

Используя данный метод в этом конкретном примере анализу подвергаются всего 13 элементов, что значительно меньше общего количества компонентов ($n = 42$) в изделии.

Кроме этого, при анализе возможности разборки, данный метод учитывает различные виды геометрических ограничений на перемещение элементов (винты, болты, заклепки и т.д.).

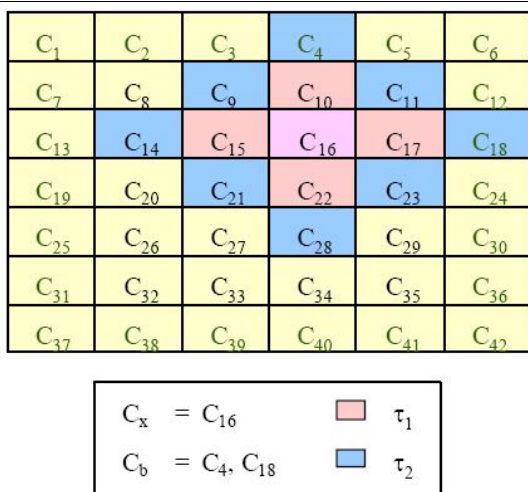


Рис. 5. Элементы разбираемого изделия
Fig. 5. Elements of an assorted product

Волны разборки представляются в виде графа степени удаленности, узлы которого соответствуют деталям в волне разборки, а дуги – степени удаленности между деталями. Рисунок 6 иллюстрирует τ и β – распространение волн, где τ_a – волна определяет множество деталей в a -том фронте волны из всей совокупности C_x , а β_a – волна определяет количество граничных или удаляемых деталей из сборочной единицы или изделия A .

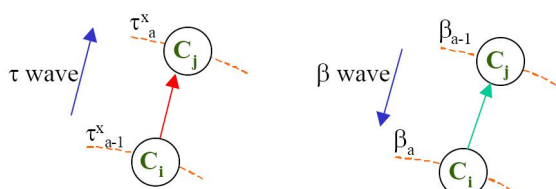


Рис. 6. Граф распространения τ и β волн разборки
Fig. 6. Count of distribution τ and β dismantling waves

На графе τ – волна от C_i до C_j компонента изделия, представленных в графе как $C_i \rightarrow C_j$, подразумевает, что C_i компонент будет демонтирован только после удаления компонента C_j . При этом β – волна от $C_i \in \beta_{a-1}$ до $C_i \in \beta_a$, представленная в графе как $C_i \rightarrow C_j$ обозначает, что C_i компонент перейдет в статус граничного после демонтажа всех компонентов C_j .

Математическое описание события «пересечения τ и β волн» представляется как:

для любого m ($1 \leq m \leq s$) пересечение τ – волны ($\tau^{x1}, \tau^{x2}, \dots, \tau^{xm}$, где $C_{x1}, C_{x2}, \dots, C_{xm} \in C$) и β – волны в $C_w \in A$, подразумевая, что $C_w \in \tau^{x1}, \tau^{x2}, \dots, \tau^{xm}, \beta$.

Процедура пересечения волн определяет минимально необходимое количество отсоединяемых элементов. Допустим $C_i \xrightarrow{P} C_j$ обозначает минимальнокомпонентную последовательность разборки от C_i до C_j . Тогда каждое пересечение τ – волны ($\tau^{x1}, \tau^{x2}, \dots, \tau^{xm}$), для $m > 0$ определяется как:

$$S = \left\{ \begin{array}{l} C_b \xrightarrow{P} C_w, C_w \xrightarrow{P} C_{x1}, \\ C_w \xrightarrow{P} C_{x2}, \dots, C_w \xrightarrow{P} C_{xm} \end{array} \right\},$$

для $C' = \{C_{x1}, C_{x1}, \dots, C_{xm}\} \subseteq C$ и $C_w \in A$. Суть процедуры сводится к поиску компонента в котором пересекаются волны, что позволяет формировать оптимальную, с точки зрения минимизации количества отделяемых компонентов последовательность.

Адаптация вышеприведенного метода состоит в 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 [9].

Изделие, с точки зрения технологии разборки представляется совокупностью видов соединений входящих в него деталей. При этом период эксплуатации изделия представляется как функция $E = f(t, u, v)$, 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.) [2,5]. Фактор условий эксплуатации – воздействие агрессивной среды, запыленность рабочей зоны, термовоздействие, тяжелые нагрузки, эксплуатация в условиях жесткого излучения (повышенная радиация), и др. виды зараже-

ния. 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 [4, 7].

Так как задача выбора технологий разборки является инвариантной, т.е. реализуемой различными методами или их комбинацией, на первом этапе направленного выбора формируем матрицу достижимости решения задачи $R = [r_i]$, которая определяется следующим образом:

$$r_i = \begin{cases} 1, & \text{если вершина } P_0 \text{ достижима из } P_i \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases},$$

где: P_0 – решение задачи; P_i – элемент решения.

Таким образом происходит отсев всех вариантов, которые не позволяют достичь необходимые требования (тупиковые варианты). Возможные варианты реализации задачи частичной разборки представим в виде графа (рис. 7).

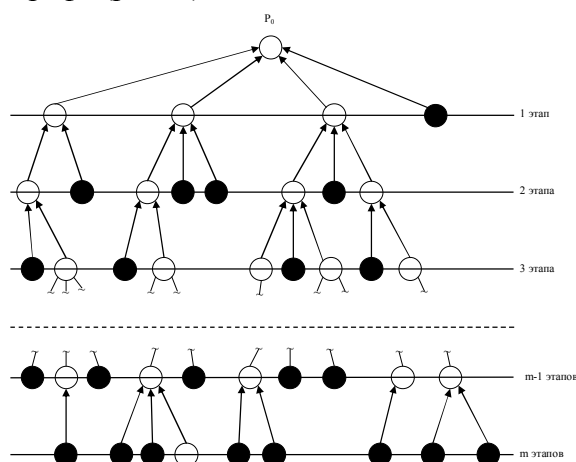


Рис. 7. Граф реализации задачи (дерево решений)

Fig. 7. Count of realisation of problem (tree of decisions)

Граф является ориентированным, вершина которого P_0 является решением задачи, уровни графа соответствуют этапам решения, т.е. количеству задействованных методов из возможных « m » вариантов комбинаций. Узлы графа – методы достижения необходимых требований. Ребра графа – технологии, позволяющие реализовать методы. В графе имеются висячие вершины – нижний уровень разбиения задачи.

Граф строится согласно матрицы достижимости R , в которой множество вершин $R(P_i)$ графа достижимых из вершин P_0 состоит из таких элементов P_i , для которых i -й элемент в матрице равен 1.

В этом случае математическая модель процедуры направленного выбора технологий реинжиниринга представляется в виде гиперкуба, набор плоскостей которого соответствует методам разборки, а сами плоскости представляют собой матрицы средств технологического оснащения и соответствующих им технологических режимов.

Данная модель позволяет построить матрицу смежности методов $A = [a_{i,j}]$ (рис. 8), которая определяется следующим образом:

$a_{i,j} = 1$, если существует связь между методами (M_i, M_j)

$a_{i,j} = 0$, если связи нет.

Матрица имеет размерность $n \times n$ по числу анализируемых методов.

Заполнение матрицы происходит построчно. Согласно графа реализации задач (рис. 7) строка матрицы соответствует набору методов, а столбец определяет сложность решения задачи (количество этапов).

Множество решений данной задачи на качественном уровне описывается уравнением (необходимое условие):

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

т.е. для всех существующих вариантов решения задачи (совокупности технологий) заложенные критерии по качеству процесса должны находиться 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.

$$A =$$

0	0	0	1	0	...	0	1
0	0	1	0	0	...	0	2
1	0	0	0	0	...	0	3
0	0	0	0	1	...	0	4
0	0	0	0	0	...	1	5
...	...	...	...	...	...	...	...
0	1	0	0	0	...	0	n
M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	...	M_n	

Рис. 8. Матрица смежности методов разборки
Fig. 8. Matrix of contiguity of methods of dismantling

Кроме того, одним из приоритетных критериев является экологическая безопасность доступа к деталям, которые работают в условиях опасных для человека и/или окружающей среды.

Решением задачи на технологическом уровне (достаточное условие):

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

где: $\exists_{\xi \in \theta} R_{\xi}$ – существующий вариант решения задачи; $\bigcap_{\psi=1}^{\chi} R_{\psi}$ – совокупность вариантов решения задачи, удовлетворяющих необходимому условию; $\bigvee_{\phi=1}^{\varphi} M_{\phi}$ – наличие методов решения задачи для каждого варианта; $\bigvee_{\zeta=1}^{\chi} STO_{\zeta}$ – наличие средств технологического оснащения, способных реализовать необходимые методы; $\bigvee_{\varepsilon=1}^{\tau} TP_{\varepsilon}$ – наличие необходимых технологических режимов для средств технологического оснащения под каждый метод.

В этом случае из технологических себестоимостей вариантов решения задачи удовлетворяющего необходимому и достаточному условию формируется множество, согласно выражения [6,7]:

$$\{C_{P_0}\} = \bigcup_{k \in X} \{C_{P_0}(k) \mid \begin{cases} \exists_{\xi \in \theta} R_{\xi} = \bigcap_{\psi=1}^{\chi} R_{\psi} \vee \bigvee_{\phi=1}^{\varphi} M_{\phi} \vee \bigvee_{\zeta=1}^{\chi} STO_{\zeta} \vee \bigvee_{\varepsilon=1}^{\tau} TP_{\varepsilon}, \\ \forall_{\psi \in \Psi} R_{\psi} = \{R \mid \gamma_R^{\min} \leq \gamma_R \leq \gamma_R^{\max}\} \end{cases}\}$$

Оптимизационная задача по экономическим критериям (минимуму технологической

себестоимости) тогда представляется выражением:

$$P_0^{opt} = \lim_{C_{mex} \rightarrow \min} P_0 \mid C_{mex} \in \{C_{P_0}\}.$$

ВЫВОДЫ

Основная идея приведенной в работе 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.

Практическое применение предлагаемого подхода позволит повысить качество и безопасность процесса ремонта и модернизации такой сложной техники, как средства транспорта специального назначения, а внедрение формализованной методики в условиях реального производства позволит повысить уровень и эффективность использования имеющихся средств технологического оснащения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Borisov Yu.S. 1978: Organizatsiya remonta i tehnicheskogo obsluzhivaniya oborudovaniya. M.: Mashinostroenie. – 359.
2. Zaharov N.V., Konoplyanchenko E.V. 2006: Prikladnoe primeneniye teorii vremennykh tehnologicheskikh tsepey v protsessakh sborki izdeliy// Sborka v mashinostroenii i priborostroenii, M.: Mashinostroenie. – 9(74). – 3–11.

3. Ivahnenko A.G., Oleynik A.V. 2003: Generatsiya posledovatel'nostey razborki izdeliy dlya povtornogo ispolzovaniya i pererabotki//Modelirovaniye sistem. – 1(5). – 33–40.
4. Konoplyanchenko E.K. 2009: Voprosu obespecheniya kachestva remonta oborudovaniya napravlenным vyiborom tekhnologii ego razborki// VI Konferenciya Naukovo-Techniczna TERO-TECHNOLOGIA 2009 Targi-Kielce, 29-30 – Wrzesnia (Polsha). – 188–195.
5. Konoplyanchenko E. 2010: Osobennosti primene-niya teorii vremennykh tsepey na etape reno-vatsii promyshlennogo oborudovaniya /Konoplyanchenko E., Kolodnenko V.// Naukova konferenciya IV LETNIA SZKOŁA INŻYNIERIIPOWIERZCHNI Kielce, 7-8.10.2010 (Poland) – 41–46.
6. Konoplyanchenko E.V. 2013: Obespechenie kache-stva reinzhiniringa slozhnoy tekhniki vned-reniem resursosberegayushchikh CALS-tekhnologiy v remontnom proizvodstve/ Konoplyanchenko E.V., Gerasimenko V.A., Kolod-nenko V.N.// Visnik HNTUSG. Tehnichniy servis mashin dlya roslinnitstva – Harkiv: HNTUSG. – Vip. 134 – 80–86.
7. Konoplyanchenko E.V. 2010: Obespechenie resur-sosberezheniya slozhnoy tekhniki na etape remonta napravlenным vyiborom tekhnologii ee razborki/ Konoplyanchenko E.V. // Visnik HNTUSG. Problemi nadlynostI mashin ta zasobIv mehanizatsIYi silskogospodarskogo virobnitstva. – Harkiv: HNTUSG. – Vip. 100 – 317–321.
8. Konoplyanchenko E.V. 2010: Primenenie metoda «rasprostranyayuscheysya volnyi» v prikladnykh zadakh optimizatsii chastichnoy razborki otvetstvennykh izdeliy mashinostroeni-ya/ Konoplyanchenko E.V., Gerasimenko V.A., Ko-lodnenko V.N.//Visnik HNTUSG. Problemi tekhnichnoYi ekspluatatsIYi mashin. Sistemotekhnika I tekhnologIYi Ilovogo kompleksu – Harkiv: HNTUSG. – Vip. 94 – 123–129.
9. Konoplyanchenko E.V., Radchuk O.V., Kolodnenko V.N. 2009: Problemyi formalizatsii posle-dovatelnosti razborki izdeliy pri ih vos-tanovlenii, remonte i modernizatsii// Visnik HNTUSG. Tehnichniy servis APK, tekhnika ta tekhnologIYi u silskogospodars-komu mashinobuduvanni. – Harkiv: HNTUSG. – Vip. 77 – 122–127.
10. Konoplyanchenko E.V. 2010: Obespeche-nie kachestva protsessa renovatsii mashin vnedreniem resursosberegayushchikh tekhnologiy ih razbor-ki / Konoplyanchenko E.V., Kolod-nenko V.N. // Visnik Sumskogo natsionalnogo agrarnogo unIversitetu, Vip. 2(22), – 15–19.
11. Beasley, D., and Martin, R.R., 1993: “Dis-assembly sequences for objects built from unit cubes,” *Journal of Computer Aided Design*, Vol. 25, no. 12, – 751–761.
12. Boothroyd, G., and Alting, L., 1992: “De-sign for assembly and disassembly,” *CIRP Annals*, Vol. 42, no. 2, – 625–636.
13. C.A. Lakos, 1995: From Coloured Petri Nets to Object Petri Nets, Springer Verlag, Vol. 935. – 124–132.
14. Gadh, R. and Srinivasan, H., 2000: “As-sembly and disassembly sequences of compo-nents in computerized multi-component assem-bly models,” *U.S. Software Utility Patent*, P99152US.
15. Gupta S.M. 1996: Disassembly of Products/ Gupta S. M., McLean C. R. // *Computers and Industrial Engineering*. – Vol.31(1) – 225–228.
16. Kuo T.C., Zhang H.C., Huang S.H., 2000: Disassembly analysis for electromechanical products: a graph based heuristic approach, *International Journal of Production research*, vol. 38, №.5 – 201–208.
17. Lee, Young Q., Kumara Soundar R.T., 1992: “Individual and Group Disassembly Se-quence Generation Through Freedom and Inter-ference Spaces”, *J. of Design and Manufactur-ing*, 143–154.
18. Penev, K.D., and Ron, A.J., 1996: “Deter-mination of a disassembly strategy,” *Interna-tional Journal of Production Research*, Vol. 34, no. 2, – 495–506.
19. Srinivasan, H., Figueroa, R., and Gadh, R., 1999: “Selective disassembly for virtual proto-typing as applied to de-manufacturing,” *Journal of Robotics and Computer Integrated Manufac-turing*, Vol. 15, No. 3. – 231–245.
20. Xu, Y., Mattikalli, R., and Khosla, P., 1995: “Generation of partial medial axis for disassem-bly motion planning,” *Journal of Design and Manufacturing*, Vol. 5, no. 2. – 89–102.
21. Kholoptsev A. 2012: Izmeneniya temperatur poverhnostnykh tekheniy teplovogo okeani-cheskogo konveyera pri sovemennom poteplinii klimata // *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – Lublin*, Vol.14, 1. 104–114.

22. Melnychuk M.D. 2011: Analiz
svoremenno-ho stanu y perspektyv razvytyya
Svitovoi ta ukrajinskoji Sonyachnoji enerhetyky
// MOTROL. Commission of Motorization and
Energetics in Agriculture – Lublin, Vol.13, V. –
5–12.

**SPECIAL PURPOSE TRANSPORT
SAFE RESOURCE REENGINEERING
TECHNOLOGIES**

Summary. In paper questions of special purpose transport reengineering are considered. The technique of their element base safe disassembly in view of service conditions specificity and residual influence on an environment is stated.

Key words: resource, technology, reengineering, transport.

Валерий Макаренко, Константин Муравьев, Танзания Евпак, Николай Каливошко: исследование влияния коррозионной среды на трещиностойкость металла эксплуатируемых нефтяных резервуаров	258
Алексей Бешун: динамика многоцилиндровых дизельных двигателей с регулированием мощности отключением цилиндров и циклов	265
Валерий Дубровин, Николай Шведик: анализ процесса взаимодействия планки мотовила из колосоносным флоем	273
Евгений Коноплянченко, Владислав Герасименко, Виталий Колодненко: ресурсосберегающие технологии реинжиниринга средств транспорта специального назначения	279
Валерий Дубровин, Евгений Красовский, Костянтин Держан, Иван Роговский: периодичность в системе технического обслуживания кормоуборочных комбайнов	288
Валерий Дубровин, Иван Роговский: стохастические модели обеспечения работоспособности сельскохозяйственных машин	295
Валерий Дубровин, Евгений Красовский, Светлана Тарасенко: показатели надежности электросиловых контактов сельскохозяйственных машин	302
Александр Быстрый, Иван Роговский: аналитические модели эксплуатационно-технологической безотказности зерноуборочных комбайнов	310
Леонид Роговский, Оксана Зазимко, Сергей Кюрчев: нормирование механической обработки восстановленных деталей сельскохозяйственной техники	316
Людмила Титова, Иван Роговский: типизация имитационной модели технического обслуживания лесных МЭС	321
Геннадий Голуб, Роман Швец: управление процессом удаления навоза при содержании животных	329

LIST OF THE REVIEWERS

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| 1. Maksym Melnychuk | 13. Sergey Pylypaka |
| 2. Valeriy Dubrovin | 14. Leonid Rogovskiy |
| 3. Gennady Golub | 15. Nicholas Berezovoy |
| 4. Victor Tesyluk | 16. Oleg Chernysh |
| 5. Vyacheslav Loveykin | 17. Oleg Marus |
| 6. Ivan Revenko | 18. Sergey Fryshev |
| 7. Aleksandr Voynalovich | 19. Stepan Lekhman |
| 8. Aleksey Opryshko | 20. Valentyna Melnyk |
| 9. Andrey Novitskiy | 21. Vasiliy Khmelevskiy |
| 10. Grigoriy Shkaryvskiy | 22. Victor Polyschuk |
| 11. Iwan Rohowski | 23. Yuliy Revenko |
| 12. Konstantin Pochka | 24. Zinoviy Ruzhylo |

Editors of the „MOTROL" journal of the Commission of Motorization and Energetics in Agriculture would like to inform both the authors and readers that an agreement was signed with the Interdisciplinary Centre for Mathematical and Computational Modelling at the Warsaw University referred to as "ICM". Therefore, ICM is the owner and operator of the IT system needed to conduct and support a digital scientific library accessible to users via the Internet called the "ICM Internet Platform", which ensures the safety of development, storage and retrieval of published materials provided to users. ICM is obliged to put all the articles printed in the "MOTROL" on the ICM Internet Platform. ICM develops metadata, which are then indexed in the "Agro" database.

Impact factor of the „MOTROL" journal according to the Commission of Motorization and Energetics in Agriculture is 2,37 (January 2014).

GUIDELINES FOR AUTHORS (2014)

The journal publishes the original research papers. The papers (min. 8 pages) should not exceed 12 pages including tables and figures. Acceptance of papers for publication is based on two independent reviews commissioned by the Editor.

Authors are asked to transfer to the Publisher the copyright of their articles as well as written permissions for reproduction of figures and tables from unpublished or copyrighted materials.

Articles should be submitted electronically to the Editor and fulfill the following formal requirements:

- Clear and grammatically correct script in English,
- Format of popular Windows text editors (A4 size, 12 points Times New Roman font, single interline, left and right margin of 2,5 cm),
- Every page of the paper including the title page, text, references, tables and figures should be numbered,
- SI units should be used.

Please organize the script in the following order (without subtitles):

Title, Author(s) name (s), Affiliations, Full postal addresses, Corresponding author's e-mail Abstract (up to 200 words), Keywords (up to 5 words), Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion (a combined Results and Discussion section can also be appropriate), Conclusions (numbered), References, Tables, Figures and their captions

Note that the following should be observed:

An informative and concise title; Abstract without any undefined abbreviations or unspecified references; No nomenclature (all explanations placed in the text); References cited by the numbered system (max 5 items in one place); Tables and figures (without frames) placed out of the text (after References) and figures additionally prepared in the graphical file format jpg or cdr.

Make sure that the tables do not exceed the printed area of the page. Number them according to their sequence in the text. References to all the tables must be in the text. Do not use vertical lines to separate columns. Capitalize the word 'table' when used with a number, e.g. (Table).

Number the figures according to their sequence in the text. Identify them at the bottom of line drawings by their number and the name of the author. Special attention should be paid to the lettering of figures - the size of lettering must be big enough to allow reduction (even 10 times). Begin the description of figures with a capital letter and observe the following order, e.g. Time(s), Moisture (% vol), ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) or (g g^{-1}), Thermal conductivity ($\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$).

Type the captions to all figures on a separate sheet at the end of the manuscript.

Give all the explanations in the figure caption. Drawn text in the figures should be kept to a minimum. Capitalize and abbreviate 'figure' when it is used with a number, e.g. (Fig. I).

Colour figures will not be printed.

Make sure that the reference list contains about 30 items. It should be numbered serially and arranged alphabetically by the name of the first author and then others, e.g.

7. Kasaja O., Azarevich G. and Bannel A.N. 2009. Econometric Analysis of Banking Financial Results in Poland. Journal of Academy of Business and Economics QABE), Vol. IV Nr I, 202-210.

References cited in the text should be given in parentheses and include a number e.g. [7].

Any item in the References list that is not in English, French or German should be marked, e.g. (in Italian), (in Polish).

Leave ample space around equations. Subscripts and superscripts have to be clear. Equations should be numbered serially on the right-hand side in parentheses. Capitalize and abbreviate 'equation' when it is used with a number, e.g. Eq. (I). Spell out when it begins a sentence. Symbols for physical quantities in formulae and in the text must be in italics. Algebraic symbols are printed in upright type.

Acknowledgements will be printed after a written permission is sent (by the regular post, on paper) from persons or heads of institutions mentioned by name.