

В.К. Ярошевич // Современные проблемы освоения новой техники, технологии, организации технического сервиса в АПК: докл. респ. науч.-практ. конф. на 20-й междунар. специализир. выст. «Белагро-2010». – Минск: ГИВЦ Минсельхозпрода, 2011. – С. 107–109.

6. Шадричев, В.А. Основы выбора рационального способа восстановления автомобильных деталей металлопокрытиями / В.А. Шадричев. – М.: Машгиз, 1962. – 296 с.

7. Масино, М.А. Организация восстановления автомобильных деталей / М.А. Масино. – М.: Транспорт, 1981. – 176 с.

8. Ярошевич, В.К. Методика и критерии выбора оптимальной технологии восстановления деталей / В.К. Ярошевич, А.В. Ковалев // Совершенствование организации дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов: сб. науч. тр. – Минск: БНТУ, 2011. – С. 271–276.

9. Диалоговая система автоматизированного поиска оптимального способа восстановления изношенной поверхности детали / В.С. Ивашко [и др.] // Изобретатель. – 2013. – № 9. – С. 46–48.

10. Система автоматизированного проектирования технологических процессов восстановления деталей машин / А.А. Витковский [и др.] // Изобретатель. – 2014. – № 2 (170). – С. 38–41.

УДК 629.113.004

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ДВИГАТЕЛЕЙ

OPTIMIZATION OF PROCESS RECOVERY CRANKSHAFTS ENGINES

Ярошевич В.К., доктор технических наук, профессор;
Казацкий А.В., доцент; *Скибинский З.В.*, *Сонич А.Н.*, студенты
(Белорусский национальный технический университет, г. Минск)

Yaroshevich V.K., Doctor of Technical Sciences, Professor;
Kasacki A.V., associate professor; *Skibinsky Z.V.*, *Sonich A.N.* students
(Belarusian National Technical University, Minsk)

Аннотация. В работе изложена методика оптимизации технологического процесса восстановления на примере конкретной детали (коленчатого вала двигателя).

Abstract. The paper sets out the methodology to optimize process recovery process for an example of the details (kolencha-shaft of the engine).

Оптимизация технологического процесса (ТП) восстановления детали заключается в том, что из числа возможных типов и видов технологиче-

ских операций, образующих процесс, находят такую их последовательность, которая обеспечивает необходимые производительность и качество с наименьшими затратами [1–3].

При выборе варианта ТП содержание операций процесса восстановления детали выбирают из графа (рисунок 1), составленного из вершин и дуг. Каждый горизонтальный ряд вершин графа – это i -е подмножество однотипных технологических операций. Так, например, операция «нанесение покрытия» при восстановлении детали может быть представлена такими ее видами, как наплавка, напыление, электрохимическое нанесение и др. [4–8]. Виды технологических операций выбирают из логических и эвристических представлений о различных способах восстановления. Число рядов вершин в общем виде равно числу технологических операций, составляющих ТП. Каждая операция ТП необходима, а все вместе достаточны для приведения восстанавливаемого изделия в состояние, которое определено конструкторской документацией. Длину каждой дуги графа определяют как затраты на выполнение операции, отнесенные к одному изделию.

Таким образом, все вершины графа, построенного по правилам «морфологического» анализа, соответствуют составу операций, а дуги – трудовым затратам на выполнение технологических операций.

Вершины графа, взятые по одной из каждого ряда, определяют один из вариантов технологического процесса.

Оптимизация процесса заключается в поиске кратчайшего пути из вершины O в одну из вершин нижнего яруса графа, а соответствующие вершины на этом пути определяют оптимальный состав операций технологического процесса [9].

Выбранные на графе направления движения из его вершин обозначают стрелками. Расчеты при этом ведутся от вершины к нижнему ряду.

Двигаясь в найденных направлениях из вершины O графа через одну из вершин каждого яруса, находят сочетание операций, которое обеспечивает наименьшие затраты на выполнение технологического процесса [10, 11].

В качестве примера рассмотрим процесс восстановления коленчатого вала двигателя ЯМЗ-238. Устраняемые повреждения – износы коренных и шатунных шеек меньше предельного размера и износ отверстия под установку подшипника первичного вала коробки передач.

Морфологическая матрица и соответствующий ей граф вариантов ТП с затратами на выполнение операций приведены в таблице 1 и на рисунке 1. Значения длин дуг графа приведены в их разрывах (величина трудозатрат).

Расчет производится по обоим дефектам – износ шеек вала и отверстия под подшипник, а в нижней вершине графа получаем суммарные затраты времени на восстановление вала. Выбор трудозатрат в качестве критерия оптимизации обусловлен легкостью расчета их величины, кроме того от трудоемкости работ зависит расход материалов, электроэнергии, аморти-

зация оборудования и т.д. При желании по трудозатратам можно рассчитать заработную плату исполнителей, а по ней (с учетом коэффициентов) и стоимость восстановления детали в денежном выражении.

Таблица 1 – Матрица операций технологического процесса восстановления коленчатого вала двигателя

Содержание операций	Способ реализации	Координаты вершин	Трудовые затраты, мин
Предварительная обработка отверстия под подшипник	Точение	2а	1,8
	Фрезерование	2б	2,6
	Развертывание	2в	2,1
Создание припуска на обработку отверстия	Хромирование	3а	30,8
	Железнение	3б	14,2
	Постановка ДРД	3в	18,7
Чистовая обработка отверстия под подшипник	Точение	4а	1,8
	Развертывание	4б	2,1
Чистовая обработка коренных шеек вала	Шлифование	5а	38,2
Чистовая обработка шатунных шеек вала	Шлифование	6б	41,3
Отделочная обработка шеек вала	Полирование	7а	3,8
	Суперфиниширование	7б	4,2
	Электромагнитная обработка	7в	2,7
Балансировка	На стенде	8б	18,3
	На собранном двигателе	8в	24,1

Расчеты начинают с определения минимального значения функции затрат в вершинах второго яруса графа, потому что значение затрат выше первого яруса формально равны нулю.

Сравнение между собой длин дуг 1б–2а, 1б–2б и 1б–2в дает основание выбрать направление движения вдоль дуги 1б–2а и ориентировать их стрелкой в вершину 2а, в которую вписывается минимальное значение функции (1,8 мин).

Рассмотрим вершины третьего яруса. Из вершины 2а возможны три пути движения, но выбираем путь по дуге 2а–3б, потому что он дает минимальное значение затрат (16,0 мин). Такие же цифры вписываем в остальные вершины третьего яруса.

Из вершины 3б возможны два пути, выбираем дугу 3б–4а и минимальное значение затрат вписываем в вершины 4а–4б.

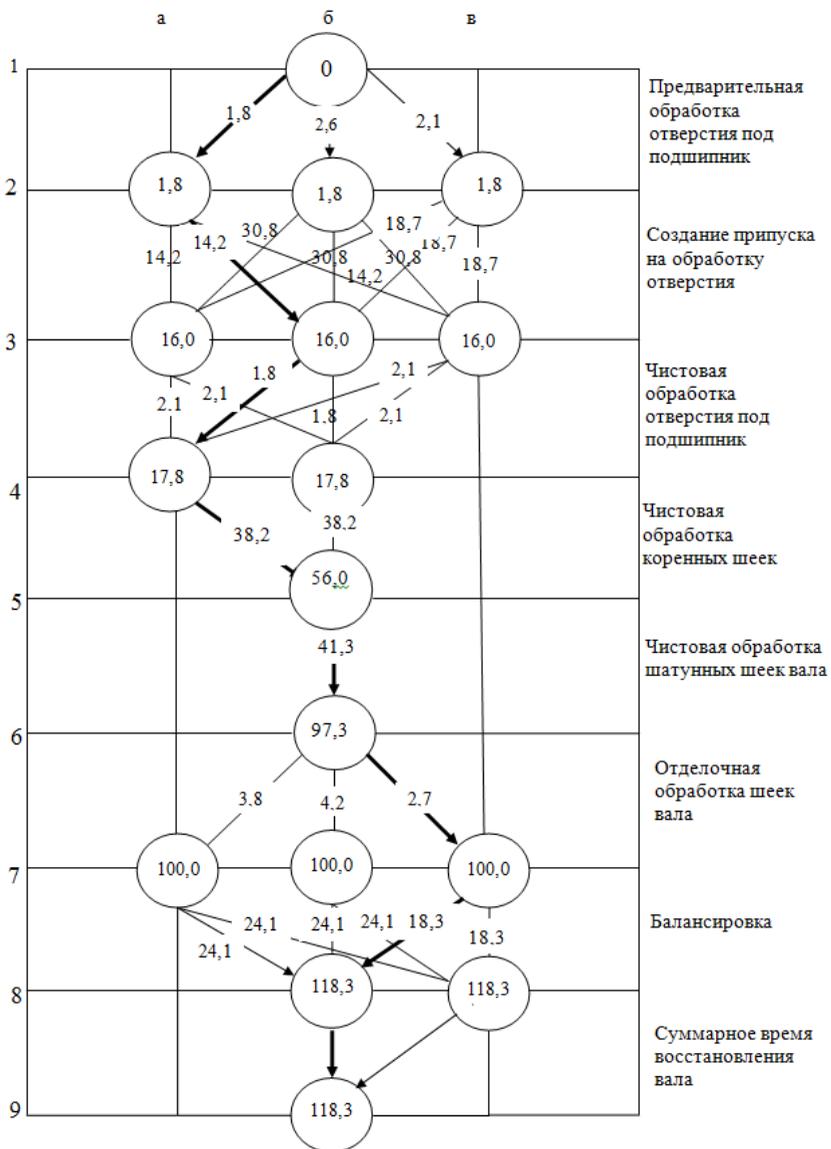


Рисунок 1 – Граф вариантов технологического процесса восстановления коленчатого вала

Рассмотрим движение с 4 на 5 ярус. Чистовая обработка коренных шеек осуществляется по дуге 4а–5б и суммарные затраты на ранее выполненные работы вписываем в вершину 5б (56,0 мин).

Аналогично осуществляется переход с 5 на 6 ярус (чистовая обработка шеек) по дуге 5б–6б и в вершину 6 записываем затраты времени в сумме 97,3 мин.

С 6 на 7 ярус возможно движение по дугам 6б–7а, 6б–7б и 6б–7в. Выбираем наименее затратный путь по дуге 6б–7в и во все вершины 7 яруса вписываем суммарные затраты на восстановление обоих дефектов (100,0 мин).

Восстановленный вал подвергается балансировке. Так как затраты на его реализацию меньше при движении по дуге 7в–8б, то выбираем этот путь и получаем суммарное время 118,3 мин на восстановление коленчатого вала, имеющего дефекты - износ отверстия под установку подшипника первичного вала коробки передачи и износ коренных и шатунных шеек, допускающий их перешлифовку под ремонтный размер.

Окончательный результат расчетов опускается на 9 ярус и записывается в вершину 9б.

Таким образом, рассматриваемый метод выбора технологического процесса основан на учете многообразия освоенных и перспективных способов создания ремонтных заготовок и обработки, удовлетворяет установленным ограничениям по качеству и производительности и обеспечивает наименьшие затраты на его реализацию. Если возможности предприятия не позволяют внедрить разработанный процесс, то путем исключения или замены отдельных операций можно найти другое решение, наиболее близкое к оптимальному. Изменившиеся затраты и появление новых технических решений могут потребовать пересмотра результатов оптимизации.

Литература

1. Савич, А.С. Технология и оборудование ремонта автомобилей: учеб. пособие / А.С. Савич, В.П. Иванов, В.К. Ярошевич. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2009. – 464 с.

2. Иванов, В.П. Технология и оборудование восстановления деталей машин: учебник / В.П. Иванов. – Минск: Техноперспектива, 2007. – 176 с.

3. Ярошевич, В.К. Технология производства и ремонта автомобилей: учебник / В.К. Ярошевич, А.С. Савич, В.П. Иванов. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2011. – 592 с.

4. Ярошевич, В.К. Перспективные технологии восстановления деталей автомобилей / В.К. Ярошевич, З.В. Скибинский // Наука – образованию, производству, экономике: материалы Одиннадцатой международной науч.-техн. конф. – Минск: БНТУ, 2013. – Т. II. – С. 86.

5. Ярошевич, В.К. Восстановление бронзовых деталей автомобилей припеканием порошков / В.К. Ярошевич, З.В. Скибинский // LXX Наукова

конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. – К: НТУ, 2014. – С. 65.

6. Восстановление деталей машин: справочник / Ф.И. Пантелеенко [и др.]; под ред. В.П. Иванова. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.

7. Теория и практика нанесения защитных покрытий / П.А. Витязь [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 1998. – 583 с.

8. Теория и практика припекания порошков / Т.М. Абрамович [и др.]. – Таганрог: Изд-во ТГПИ, 2009. – 320 с.

9. Иванов, В.П. Ремонт автомобилей / В.П. Иванов, А.С. Савич, В.К. Ярошевич. – Минск: Вышэйшая школа, 2014. – 336 с.

10. Система автоматизированного проектирования технологических процессов восстановления деталей машин / А.А. Витковский [и др.] // Изобретатель. – 2014. – № 2 (170). – С. 38–41.

11. Диалоговая система автоматизированного поиска оптимального способа восстановления изношенной поверхности детали / В.С. Ивашко [и др.] // Изобретатель. – 2013. – № 9. – С. 46–48.

УДК 656.1

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ
ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ
MODERNIZATION OF TECHNICAL MEANS OF TRAFFIC
ORGANIZATION**

Кравченко А.П., доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой автоники и управления на транспорте
(Восточнoукраинский национальный университет имени Владимира Даля,
г. Луганск, Украина);

Осипов В.А., магистр, преподаватель высшей категории
(Государственное высшее учебное заведение
«Луганский строительный колледж», г. Луганск, Украина)

Kravchenko A., Doctor of Technical Sciences, Professor,
Head of the Department of Avtonika and Transport Management
(Volodymyr Dahl East Ukraine National University, Lugansk, Ukraine)

Osipov V., Master, Teacher of the Highest Category (State Higher Educational
institution «Lugansk building college», Lugansk, Ukraine)

Аннотация. Проведено обоснование необходимости модернизации технических средств организации дорожного движения, изложены результаты исследований. Сделаны выводы о перспективе снижения коли-