

Научная статья
УДК 621.001.4

Модульная технология ремонта гидромолотов

Виктор Иванович Карагодин¹, Ван Доан Чан²

^{1,2}Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ),
Москва, Россия

¹bik250248@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0005-8220-9928>

²tranvandoan262@gmail.com

Аннотация. В статье дан анализ производственного процесса ремонта гидромолотов и показано, что в условиях многономенклатурного производства эффективно применение унифицированных технологических процессов, сочетающих принципы централизованного ремонта по техническому состоянию (ЦРТС) и модульной технологии. Отмечена особенность применения модульной технологии при ремонте машин и их составных частей, когда необходимо формировать модули дефектов и ставить им в соответствие методы восстановления свойств изделий. На основе собранной информации об объемах и содержании работ по ремонту гидромолота Impulse 120 разработаны модули дефектов, технологические модули и 4 технологических маршрута ремонта, что позволило снизить затраты на 15 % по сравнению с единичной технологией ремонта.

Ключевые слова: гидромолот, ремонт, модульная технология, технологический маршрут.

Для цитирования: Карагодин В.И., Чан Ван Доан. Модульная технология ремонта гидромолотов // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. 2024. № 4 (41).

Original article

Modular hydraulic hammer repair technology

Viktor I. Karagodin¹, Tran Van Doan²

^{1,2}Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI),
Moscow, Russia

¹bik250248@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0005-8220-9928>

²tranvandoan262@gmail.com

Abstract. The article analyzes the production process of repairing hydraulic hammers and shows that in conditions of diversified production, the use of unified technological processes combining the principles of centralized repair according to technical condition (CRTS) and modular technology is effective. The peculiarity of the use of modular technology in the repair of machines and their components is noted, when it is necessary to form defect modules and match them with methods for restoring the properties of products. Based on the information collected on the volume and content of work on the repair of the Impulse 120 hydraulic hammer, defect modules, technological modules and 4 technological repair routes were developed, which reduced costs by 15% compared with a single repair technology.

Keywords: hydraulic hammer, repair, modular technology, technological route.

For citation: Karagodin V.I., Tran Van Doan. Modular hydraulic hammer repair technology. *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura*. 2024. № 4 (42).

Введение

Отечественные и зарубежные гидромолоты (ГМ) имеют широкий диапазон по массе, усилию удара и другим параметрам, в силу чего выпускаются небольшими сериями. Программы их ремонта также невелики и соответствуют условиям единичного, в лучшем случае мелкосерийного производства [1]. В этих условиях повышение эффективности производства неразрывно связано с применением унифицированных (типовых, групповых и модульных) технологических процессов, которые разрабатываются с целью экономически целесообразного применения методов и средств крупносерийного и массового производства в условиях единичного, мелкосерийного и серийного производств [2].

Все унифицированные технологические процессы позволяют снижать негативное влияние, присущее многономенклатурному производству. Повышение эффективности любого производства неразрывно связано с концентрацией технологических операций, позволяющих использовать более производительное, а значит и более дорогое оборудование. Однако увеличение производственной программы технологически однородных ремонтных работ вступает в противоречие с конструктивным разнообразием

ремонтируемых изделий. Негативное влияние этого явления полностью невозможно исключить, но определенный шанс максимально его ослабить дает модульный принцип, на котором базируются модульные технологические процессы (ТП). Создание совокупности конструктивных модулей, отражающих типовые поверхности обрабатываемых изделий, технологических модулей (ТМ), предусматривающих способы и режимы обработки этих поверхностей, модулей технологического оборудования и оснастки позволяют на каждом предприятии компоновать ТП и создавать целые обрабатывающие системы, способные адаптироваться к конструктивно-технологическому разнообразию ремонтируемых изделий [3].

Анализ производственного и технологического процессов ремонта ГМ

Производственный процесс предприятия по ремонту ГМ показан на рис. 1. Особенностью ремонта ГМ является то, что он представляет собой навесное рабочее оборудование, устанавливаемое, как правило, на экскаватор или погрузчик. В силу этого производственный процесс ремонта ГМ рассредоточен во времени и в пространстве.

ТО и ремонты небольшой сложности могут выполняться без демонтажа ГМ с базовой машины в полевых условиях. Для сложных ремонтов ГМ необходимо предварительно снять, причем эта часть технологического процесса может выполняться либо в полевых условиях, либо в стационарной мастерской, куда доставляется базовая машина, которая тоже может нуждаться в ремонте.

Для определения технического состояния объектов ремонта широко используются методы и средства технического диагностирования. Неотъемлемой частью производственного процесса являются транспортные операции по перемещению ремонтируемых машин и ГМ как с объекта работ, так и внутри стационарной мастерской, операции материально-технического снабжения запасными частями и материалами, складские операции. На

наиболее крупных предприятиях может быть организовано восстановление изношенных деталей машин и оборудования.

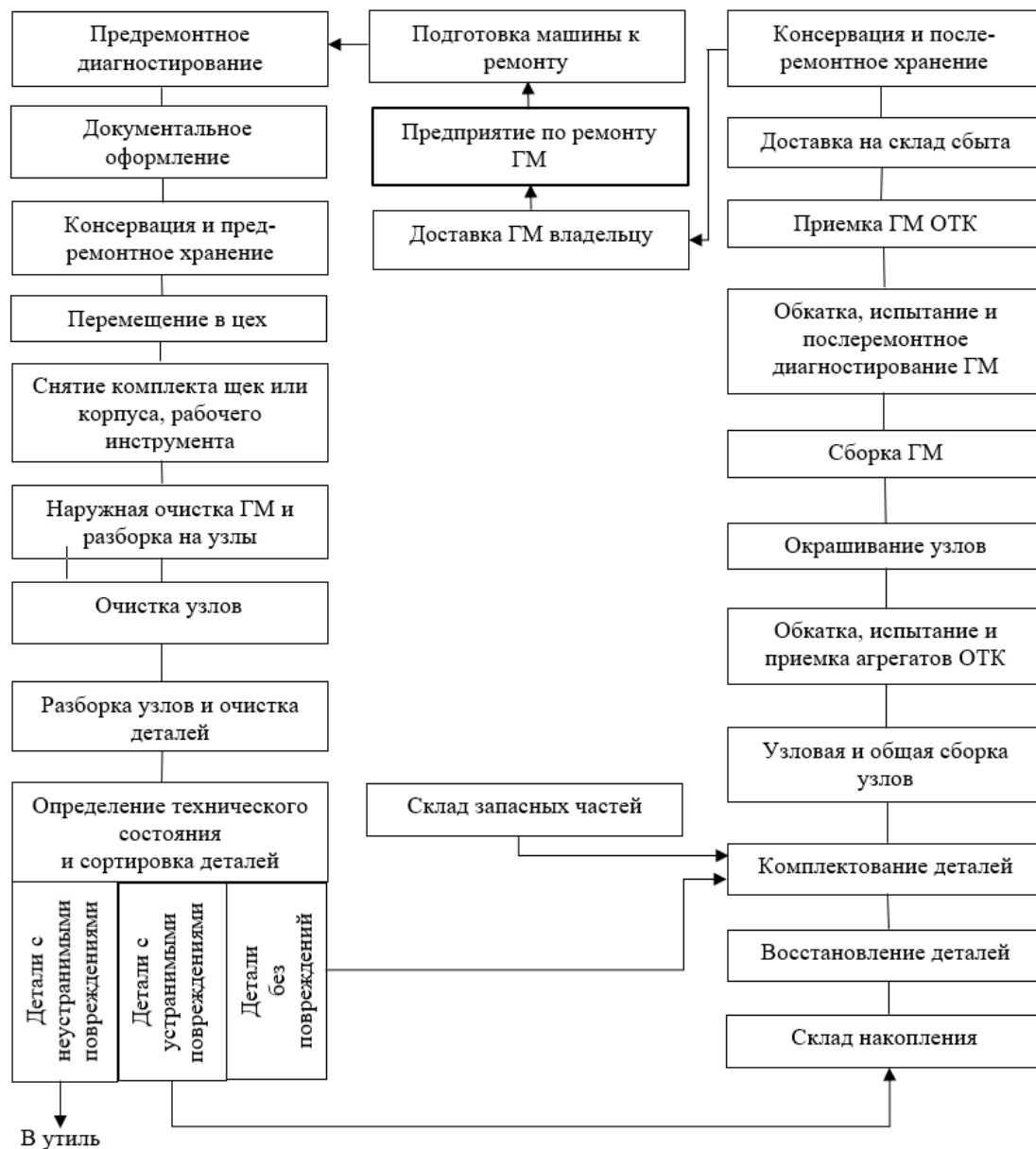


Рис. 1. Схема производственного процесса ремонта ГМ

Ремонт ГМ проводится, как правило, необезличенным методом с учетом его фактического технического состояния. При централизованном ремонте мастер-приемщик ремонтного предприятия в присутствии заказчика производит демонтаж наружных частей ГМ, проверку его комплектности и предварительное освидетельствование технического состояния. Заказчик и исполнитель составляют дефектовочную ведомость. После разборки

составные части ГМ загружаются в контейнер и ожидают представителя заказчика для окончательного согласования объемов, содержания ремонтных работ, сметы затрат и отпускной цены на услуги предприятия.

Подобное согласование превращается в сложный неформализованный процесс. Если наличие дефектов изделия можно доказать представителю заказчика при условии, что он обладает соответствующими компетенциями, то способы их устранения зависят от производственных возможностей, и технология ремонта может быть многовариантной. Формализация и нормализация производственных отношений заказчика и исполнителя выливаются в сложную технико-экономическую задачу.

Одним из способов решения этой задачи является централизованный ремонт по техническому состоянию (ЦРТС), который предусматривает назначение каждому принимаемому в ремонт изделию технологического маршрута ремонта по результатам предремонтного диагностирования [4]. Однако для этого необходимо располагать проверенными методами и средствами технического диагностирования, которые для ГМ ещё не разработаны в достаточной степени, позволяющей добиваться безошибочного назначения технологического маршрута ремонта. В этих условиях повышение эффективности производства возможно при разумном сочетании принципов ЦРТС и модульной технологии.

Применение принципов модульной технологии при ремонте ГМ

Применение модульной технологии при ремонте машин и их составных частей имеет значительные особенности. Одинаковые детали и даже их одинаковые поверхности могут отражаться разными модулями, которые служат для характеристики разных дефектов. Поэтому при ремонте необходимо дополнительно формировать модули дефектов и ставить им в соответствие разные методы восстановления свойств изделий (табл. 1).

Ремонт ГМ характеризуется не только многономенклатурностью. В силу указанных выше причин восстановление деталей на крупных

предприятиях, которые выполняют весь комплекс работ, носит исключительный характер. На действующих предприятиях технического сервиса основным видом работ остаются разборочно-сборочные работы. Технологический процесс многономенклатурной сборки различных изделий также может быть разработан по модульному принципу.

Таблица 1

Основные дефекты ГМ

№ п/п	Название дефектов	Метод восстановления
1	Износ рабочего инструмента-втулки инструмента	Замена
2	Износ сопряжения боек-гильза (или непосредственно корпуса цилиндра)	Шлифование
3	Износ сопряжения золотник- гильза распределителя	Шлифование
4	Коррозия нижнего торца бойка	Шлифование
5	Скол торца инструмента	Разделка и шлифование
6	Отрыв шпилек	Замена
7	Коррозия шпилек	Шлифование
8	Повреждение мембраны	Замена
9	Трещина на щеках	Разделка и заварка трещины
10	Повреждение уплотнений	Замена
11	Утечка газа из пневмокамеры	Дозаправка
12	Коррозия или негерметичность гидроаккумулятора	Зачистка

Соединение деталей, сборочных единиц происходит посредством совмещения их баз, в качестве которых выступают базирующие модули поверхностей (МП). Рабочие МП представляют собой МП, ответные базирующему. При наличии относительного движения базирующих и рабочих МП образуется модуль соединения (МС), который представляет собой перечень определенной последовательности технологических и вспомогательных переходов, обеспечивающих соединение деталей по данному МС с требуемым качеством и производительностью. Если известны все виды соединения деталей, то можно довольно быстро и качественно скомпоновать ТП сборки изделия, который может быть представлен совокупностью МП и МС.

Реализация модульной технологии при ремонте ГМ

С целью реализации модульной технологии ГМ был разделен на модули: внешний корпус, гидроаккумулятор, гидрораспределитель, блок удара. Разделение ГМ на модули позволяет сократить время и затраты труда на разборочно-сборочный процесс за счет применения узловой разборки и сборки (рис. 2). После определения, в каком модуле имеются дефекты, ГМ направляется на соответствующий технологический маршрут разборочно-сборочных работ.

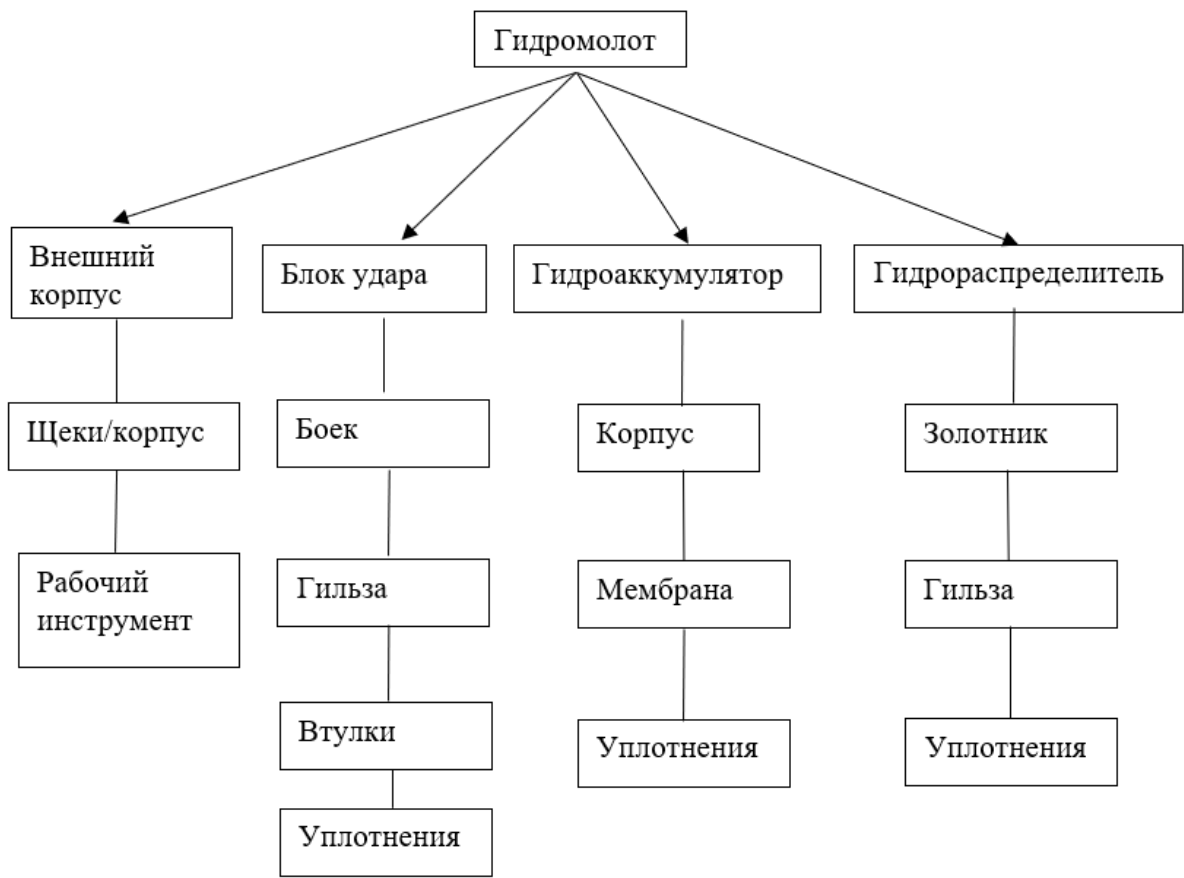


Рис. 2. Схема деления ГМ на модули для узловой сборки

Нами была собрана информация об объемах и содержании работ по ремонту ГМ модели Impulse 120. Всего за год были выполнены 27 ремонтов ГМ этой модели. Был проведен анализ сочетаний работ по устранению дефектов при этих ремонтах, сочетания работ объединены в ТМ (технологические модули), а ТМ – в технологические маршруты модульного

ТП централизованного ремонта ГМ модели Impulse 120 по техническому состоянию. Процедура формирования технологических маршрутов показана на рис. 3.

Номер технологического модуля (ГМ)																																																		
1. Маршрут 1																																																		
Номер ремонта	3	4	5	6	7	9	10	11	13	14	15	16	21	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	Трудоем- ность, чел. Ч													
1	-	-	1	-	1	1	1	-	-	-	-	-	1	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	16,5												
11	1	1	-	-	-	1	1	1	-	-	-	1	1	1	-	1	1	1	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21												
15	1	1	1	-	-	1	1	1	1	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	1	1	1	1	54												
20	1	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	12												
Соединение	1	1	1	-	-	1	1	1	1	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	-	-	-	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	25,9												
2. Маршрут 2																																																		
2	1	1	-	-	-	1	1	1	1	-	-	-	1	1	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,5												
6	1	1	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	1	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,5												
9	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-	1	1	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	7,5												
11	-	1	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	1	1	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,5												
14	1	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	7,5												
16	-	1	-	-	-	1	1	1	1	-	-	-	1	-	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,5												
19	-	-	-	-	-	1	1	1	1	-	-	-	1	1	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	7,5												
21	1	1	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	1	1	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,5											
22	1	1	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-	1	1	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	-	1	-	-	7,5												
23	1	1	-	-	-	1	1	1	1	-	-	-	1	1	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,5											
24	1	1	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	1	-	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,5											
25	1	1	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	1	-	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,5											
26	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	1	1	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	7,5											
Соединение	1	1	-	-	-	1	1	1	1	-	-	-	1	1	-	1	1	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	7,5											
3. Маршрут 3																																																		
4	-	-	-	-	-	1	1	1	1	-	-	-	1	1	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,5											
7	-	-	1	-	-	-	1	1	1	-	-	-	1	1	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5											
12	1	1	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	1	1	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	6,5											
17	1	1	-	-	-	-	1	1	1	1	-	-	1	1	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5										
18	1	1	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	1	1	-	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,5										
Соединение	1	1	1	-	-	-	1	1	1	1	-	-	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	5,7										
4. Маршрут 4																																																		
3	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,5											
5	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,5											
8	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	7,5											
10	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,5											
27	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,5											
5. Маршрут 5																																																		
Номер ремонта	3	4	5	6	7	9	10	11	13	14	15	16	21	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	Трудоем- ность, чел. Ч													
1	1	1	1	-	-	1	1	1	1	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	25,9											
2	1	1	-	-	-	-	1	1	1	1	-	-	1	1	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	7,5											
3	1	1	1	-	-	-	1	1	1	1	-	-	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	5,7											
4	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,5												

Рис. 3. Процедура формирования технологических маршрутов

Состав технологических модулей отражается терминами «снять, поставить»: 3 – боёк, 4 – гильзу, 5 – втулку, 6 – проставку, 7 – крышку резьбовую, 9 – втулку инструмента цельную, 10 – шайбу упорную, 11 – палец инструмента, 13 – клапан заправочный, 14 – кольцо защитное, 15 – кольцо защитное d100, 16 – винт M14, 21 – штифт пружинный, 26 – заглушка пластиковая, 27, 28 – уплотнения, 29 – уплотнение SPNS68, 30 – уплотнение D68, 31 – кольцо 092-098-36, 32 – кольцо 094-100-36, 33 – кольцо 096-102-36, 34 – кольцо O-Ring 19,5×3,0, 35 – кольцо O-Ring 37,3×3,6, 38 – винт M12, 39 – комплект щёк, 40 – болт M16, 41 – рабочий инструмент, 42 – болт M30,

43 – болт М20, 44 – пружинную шайбу 30Т, 45 – пружинную шайбу 20Т, 46 – гайку М30, 47 – гайку М20, 48 – болт М16, 49 – пружинную шайбу М16, 50 – гайку М16.

Объединение исходных 27 ремонтов в 4 технологических маршрута приводит к необходимости выполнения излишних работ, вызванных неполным соответствием фактических сочетаний ремонтных работ сочетаниям, предусмотренным технологическими маршрутами. Эти работы увеличивают среднюю трудоемкость ремонта одного ГМ на 0,56 чел.-ч, что составляет около 6%. Однако при этом увеличивается доля работ, выполняемых на 100% ремонтного фонда, что позволяет исключить распознавание технического состояния отдельных сопряжений и тем самым снизить трудоемкость предремонтного диагностирования на 41%.

Главное же состоит в том, что уменьшение числа технологических маршрутов с исходных 27 до 4-х приводит к снижению числа ошибок в назначении маршрутов и вызванных ими производственных потерь. При обоснованном числе и составе технологических маршрутов общее снижение затрат по сравнению с единичной технологией ремонта составляет 15%.

Выводы

1. В условиях многономенклатурного производства, характерного для ремонта гидромолотов, наибольшая эффективность технологических процессов может быть достигнута при сочетании принципов ЦРТС и модульной технологии.

2. Особенность применения модульной технологии при ремонте машин и их составных частей состоит в том, что одинаковые детали и даже их одинаковые поверхности могут отражаться разными модулями, которые служат для характеристики разных дефектов. При ремонте необходимо дополнительно формировать модули дефектов и ставить им в соответствие методы восстановления свойств изделий.

3. Собранная информация об объемах и содержании работ по 27 ремонтам ГМ модели Impulse 120 показала их разнообразие и малую повторяемость одинаковых сочетаний работ.

4. Применение принципов ЦРТС и модульной технологии позволило объединить исходные 27 ремонтов в 4 технологических маршрута, что позволяет снизить затраты на 15 % по сравнению с единичной технологией ремонта.

Список источников

1. Оценка конструктивно-технологической однородности гидравлических молотов при их ремонте / В. И. Карагодин, Р. А. Хапугин, П. Н. Квасов, В. Д. Чан // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. – 2023. – № 3(37). – EDN ESHKZA.
2. Единая система технологической подготовки производства. – Москва: Государственный комитет по стандартам, 1984. – 360 с.
3. Базров, Б. М. Модульная технология в машиностроении / Б. М. Базров. – Москва : Научно-техническое издательство "Машиностроение", 2001. – 368 с. – ISBN 5-217-03061-5. – EDN WWFEPV.
4. Карагодин, В. И. Технология централизованного ремонта гидравлических молотов по техническому состоянию / В. И. Карагодин, Р. А. Хапугин // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2021. – № 3. – С. 45-53. – DOI 10.15593/24111678/2021.03.06. – EDN JOOLQM.
5. Онищенко, Е. Д. Методика разработки модульной технологии механообработки типовой детали машины / Е. Д. Онищенко, И. И. Шацких // Современные материалы, техника и технологии. – 2018. – № 2(17). – С. 101-106. – EDN XNYDCH.

References

1. Karagodin V.I., Khapugin R.A., Kvasov P.N., Chan V.D. *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura*, 2023, no. 3 (37).
2. *Yedinaya sistema tekhnologicheskoy podgotovki proizvodstva* (Unified system of technological preparation of production), Moscow, Gosudarstvennyy komitet po standartam, 1984, 360 p.

3. Bazrov B.M. *Modul'naya tekhnologiya v mashinostroyenii* (Modular technology in mechanical engineering), Moscow, Nauchno-tekhnicheskoye izdatel'stvo "Mashinostroyeniye" 2001, 368 p.
4. Karagodin V.I., Khapugin R.A. *Transport. Transportnyye sooruzheniya. Ekologiya*, 2021, no. 3, pp. 45-53.
5. Onishchenko E.D., Shatskikh I.I. *Sovremennyye materialy, tekhnika i tekhnologii*, 2018, no. 2(17), pp. 101-106.

Рецензент: В.Д. Александров, д-р техн. наук, проф., МАДИ

Информация об авторах

Карагодин Виктор Иванович, д-р техн. наук, проф., МАДИ.

Чан Ван Доан, аспирант, МАДИ.

Information about the authors

Karagodin Viktor I., Doctor of Sciences (Technical), professor, MADI.

Tran Van Doan, postgraduate, MADI.

Статья поступила в редакцию 26.09.2024; одобрена после рецензирования 05.11.2024; принята к публикации 18.12.2024.

The article was submitted 26.09.2024; approved after reviewing 05.11.2024; accepted for publication 18.12.2024.