

## АЛГОРИТМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

*Сидельников И.Д.*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,  
Москва*

**Ключевые слова:** материально-техническое обеспечение, композитные изделия, машиностроительная продукция, возвратный поток, структурные характеристики, неразрушающие испытания.

**Аннотация.** В наши дни все чаще используются композитные материалы при производстве машиностроительной продукции, позволяющие улучшить ее эксплуатационные свойства и повысить уровень надежности оборудования. Также сегодня отчетливо прослеживаются тенденции организации и обработки возвратных потоков изделий, выработавших технический ресурс, как ключевой способ повышения эффективности деятельности предприятий. Однако, при внедрении данных подходов необходимо учитывать специфику передовых материалов и технологий их обработки.

## ALGORITHM FOR RESTORATION OF COMPOSITE ELEMENTS

*Sidelnikov I.D.*

*Bauman Moscow State Technical University, Moscow*

**Keywords:** logistics, composite products, engineering products, return flow, structural characteristics, non-destructive testing.

**Abstract.** Nowadays, composite materials are increasingly used in the production of engineering products, which improve their performance properties and increase the level of equipment reliability. Also today, there are clearly visible trends in the organization and processing of return flows of products that have exhausted their technical life, as a key way to increase the efficiency of enterprises; however, when implementing these approaches, it is necessary to take into account the specifics of advanced materials and work with them.

Ключевой задачей перед производителями машиностроительной продукции становится организация возвратного потока изделий, выработавших свой назначенный технический ресурс, для восстановления и использования в качестве запасной части или комплектующей для новых изделий [1]. Ввиду постоянного совершенствования изделий машиностроения, повышения их технико-эксплуатационных свойств и эффективности эксплуатации, все чаще используют композитные материалы при их производстве. Однако, при обработке возвратных потоков изделий из композитных материалов необходимо учесть их специфику, исследовать и построить алгоритм композитного ремонта [2, 3].

В результате систематизации всех процессов, композитный ремонт можно представить в виде блок-схемы алгоритма (см. рис. 1).

На первом этапе осуществляется оценка ущерба (в результате износа или непланового отказа). Ключевая проблема заключается в том, что большинство повреждений, несмотря на их незначительные размеры, фактически могут составлять значительный ущерб. Повреждения волокна композитного материала

при механическом воздействии может выражаться в виде вмятины на армированной композитной поверхности, но лежащие в основе повреждения могут носить более значимый характер [4].

Таким образом, встает вопрос о принятии решения о ремонте элемента (восстановлении технического ресурса), либо утилизации. Решение зависит от объема необходимого ремонта для восстановления исходной структуры композита, а как следствие, и от затрат, необходимых для его проведения.

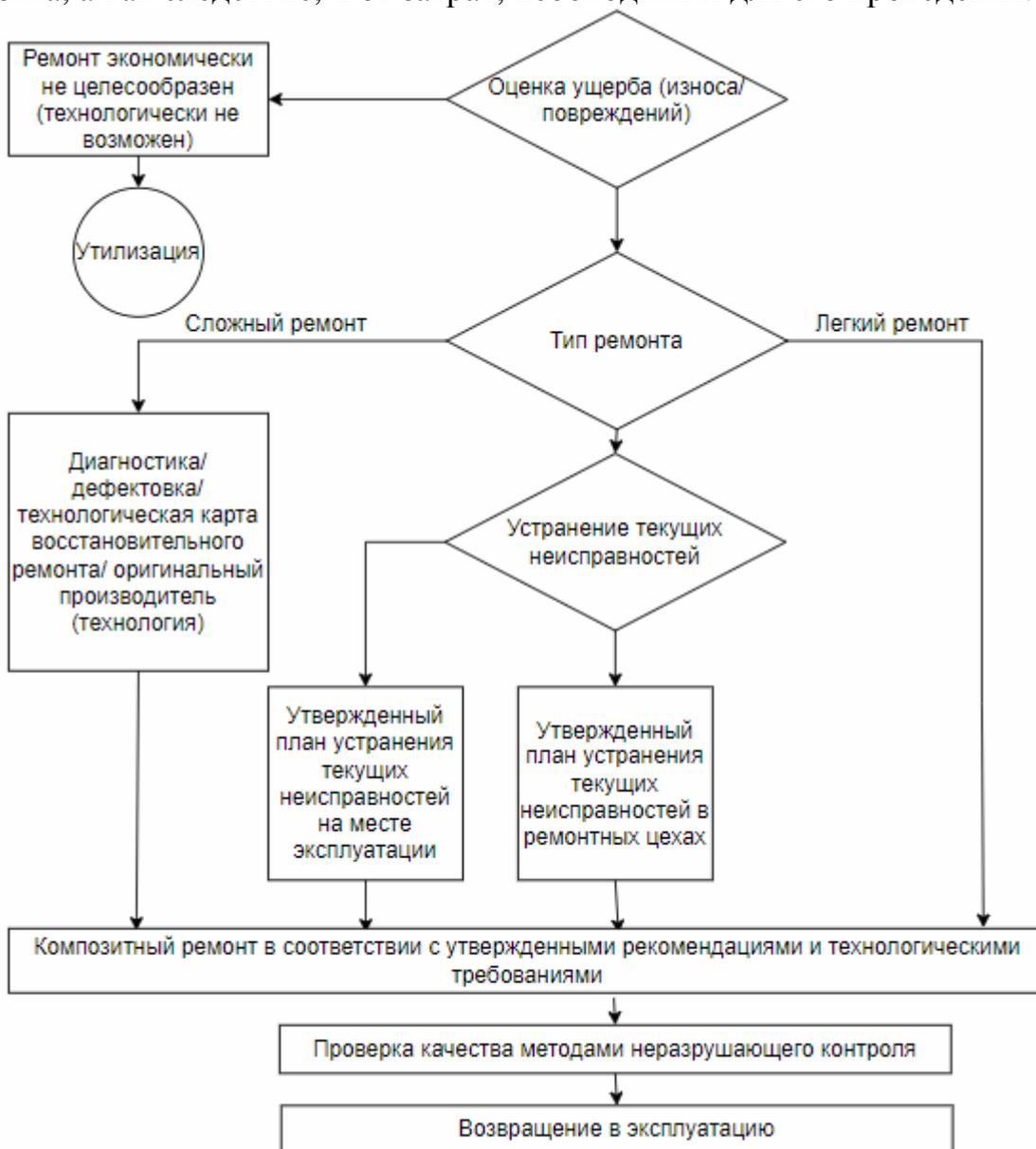


Рис. 1. Блок-схема алгоритма композитного ремонта

При проведении оценки ущерба определяется и тип необходимого ремонта – либо легкий ремонт, либо сложный. Легкий ремонт не оказывает влияние на структурную целостность компонента. При сложном ремонте, в случае значительных повреждений, зачастую требуется замена структурных характеристик компонента. При композитном ремонте любой сложности одним из ключевых критериев является изучение условий эксплуатации отремонтированного композита, а выбранная схема ремонта соответствует проектным требованиям к конструкции [5].

Еще одной важной проблемой при проведении композитного ремонта является необходимость использования специального оборудования, что должно находить отражение в определении соответствующих затрат.

После проведения композитного ремонта в обязательном порядке требуется проверить качество с помощью неразрушающих испытаний. Наибольший интерес представляет изучение границы между отремонтированным участком и исходной частью детали. На текущий момент наиболее востребованными являются ультразвуковые и рентгеновские методы контроля.

#### **Список литературы**

1. Бром А.Е., Сидельников И.Д. Функциональное предназначение возвратных потоков в машиностроении // Устойчивое развитие и новая индустриализация: наука, экономика, образование. Материалы конференции. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. – С. 64-68.
2. Иванов В.А., Тулинов А.Б. Прогрессивные методы ремонта с использованием износостойких полимерных композитных материалов // Ключевые тренды в композитах: наука и технологии. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – М.: ООО «Диона», 2019. – С. 292-303.
3. Кузнецов А.А. Керамические материалы нового поколения и их применение в машиностроении // Системы управления полным жизненным циклом высокотехнологичной продукции в машиностроении: новые источники роста. Материалы V Всероссийской научно-практической конференции. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. – С. 155-157.
4. Смирнов А.В., Котровская В.Д., Игнаткин Н.Е. Моделирование потока отказов станочного оборудования // Экономика и предпринимательство. – 2023. – №2(151). – С. 1029-1033.
5. Сидельников И.Д. Организация корпоративного хранилища данных в замкнутом контуре производства, эксплуатации и рециклинга // Известия тульского государственного университета. Технические науки. – 2023. – №11. – С. 179-182.

#### Сведения об авторе:

*Сидельников Иван Дмитриевич* – к.т.н., к.э.н., доцент кафедры «Промышленная логистика», начальник Управления «Приемная комиссия».