

*Назаров А. И., к.т.н., доц.; Цыбульский В. А., к.т.н., доц.; Демчук П. М.;  
Ивахненко К. А.; Максименко Е. А.*

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА РЕМОНТА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

*Рассмотрены аспекты влияния производственных, технологических и экономических факторов на обеспечение необходимого уровня качества ремонта автотранспортных средств с учетом современных подходов, методов и способов восстановления деталей.*

**Постановка проблемы в общем виде и ее связь с научными задачами.** Под управлением качества понимается установление, обеспечение и поддержание необходимого уровня качества изделий при разработке, производстве и эксплуатации, осуществляемые путем систематического контроля качества и воздействия на условия и факторы, влияющие на их качество [1].

Таким образом, управление качеством осуществляется на всех стадиях создания и эксплуатации и на всех уровнях управления производством.

Отсюда следует, что для повышения качества капитально отремонтированного автомобиля необходимо объединение всех мероприятий в единую целевую систему, включающую комплекс производственных, технологических и экономических мероприятий с учетом современных подходов, методов и способов восстановления деталей.

**Анализ последних достижений и публикаций.** Мероприятия, предусмотренные системой технического обслуживания и ремонта дорожно-транспортных средств различных категорий [2], выполняются в основном через строго определенный пробег, т.е. в плановом порядке. Однако при более широком внедрении современных методов и средств технического диагностирования появляется возможность выполнять ремонтные работы не в строго отведенное время, а тогда, когда этого требует техническое состояние составных частей автомобилей. В этом случае в плановом порядке осуществляется только контроль за их состоянием, а сами работы выполняются при необходимости.

Кроме того, восстановление деталей необходимо вести такими способами, которые при наименьшей затрате труда и средств обеспечивают долговечность деталей, равную или более высокую по сравнению с долговечностью, соответствующей новой детали [3–5]. Способы устранения механических и коррозионных повреждений деталей легко определяются характером самого дефекта, материалом и конфигурацией детали и имеют ограниченное число факторов, определяющих качество детали. Каждый из способов восстановления изношенных деталей обладает отличительными технологическими особенностями и свойствами и по-разному может влиять на качество восстановленной детали. Поэтому восстановление изношенных деталей необходимо осуществлять не только наиболее рациональными способами, о чем пойдет речь в дальнейшем, но и путем направленного формирования эксплуатационных свойств детали за весь период технологического процесса восстановления.

На рис.1 показана схема восстановления деталей методами и способами, применяемыми на современном ремонтном производстве, а также факторы, влияющие на эксплуатационные свойства [6].

Как следует, для каждого из методов и способов характерны свои технологические факторы, оказывающие влияние на эксплуатационные свойства восстановленных деталей, которые и определяют их долговечность.

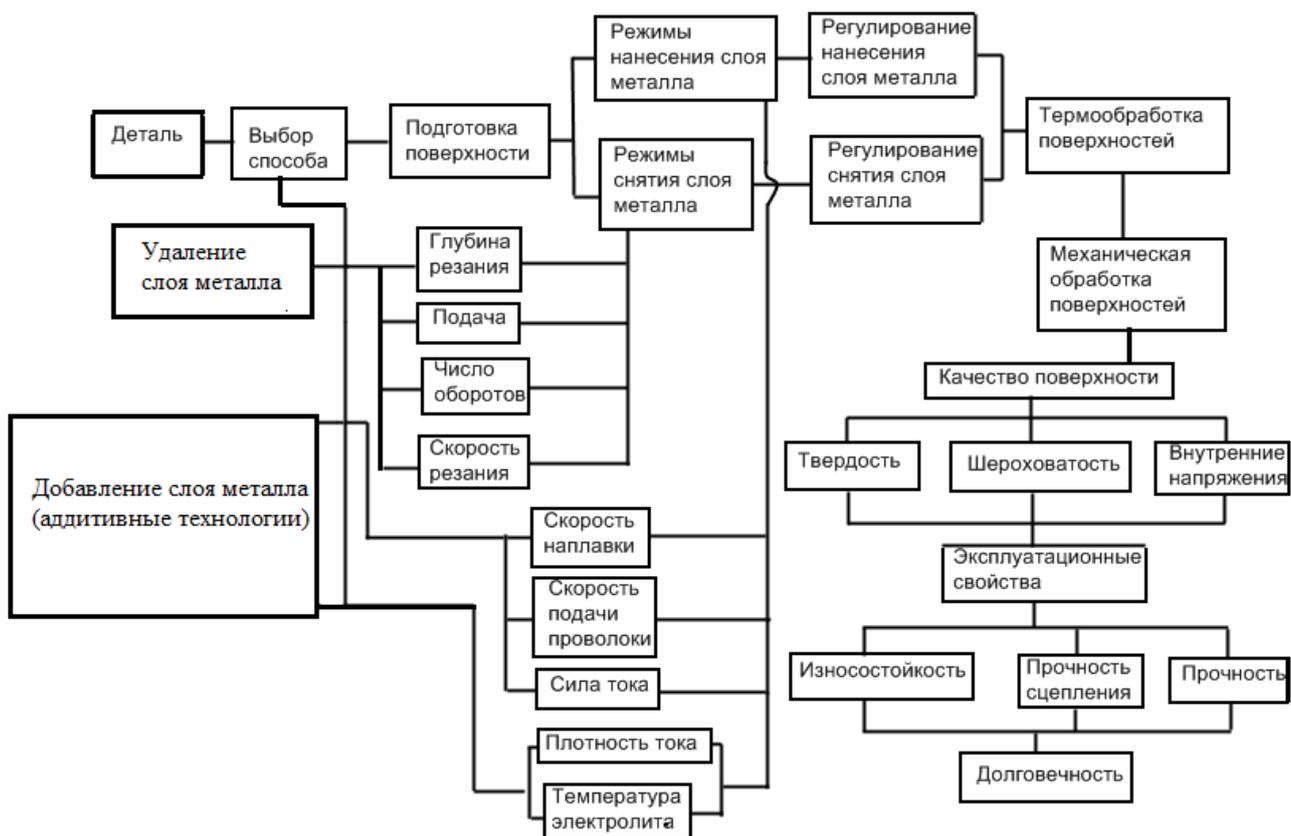


Рисунок 1 – Структура факторов, влияющих на эксплуатационные свойства

Так, к примеру, при восстановлении деталей при помощи аддитивных технологий большое значение в обеспечении качества восстанавливаемых поверхностей играет подготовка самих деталей, выбор восстанавливающего материала и режимов его нанесения, имеющего особенно важное значение для обеспечения высокой прочности сцепления покрытия с основным металлом. При этом для различных способов выполнения аддитивной технологии число и характер подготовительных операций резко отличаются. Однако во всех случаях подготовка поверхностей детали к нанесению покрытий играет большую роль в получении их высокого качества. Кроме того, огромное влияние на качество восстановления деталей оказывают режимы и регулирование процесса нанесения покрытий. Несоответствие материала, наносимого на восстанавливаемые поверхности деталей различными способами, условиям работы деталей в эксплуатации приводит к быстрому выходу их из строя из-за низкой износостойкости или усталостной прочности. Несоблюдение технологических режимов восстановления деталей металлопокрытиями вызывает возникновение больших растягивающих остаточных напряжений, отрицательно влияющих на усталостную прочность деталей, работающих в условиях знакопеременных нагрузок.

Поэтому в процессе ремонта автомобилей нередко целесообразно упрочнение деталей.

Структура и характеризующая ее микротвердость металла поверхностного слоя являются основными физическими параметрами, оказывающими влияние на все эксплуатационные свойства деталей.

Повышение твердости материала различными способами неоднозначно влияет на износостойкость при абразивном изнашивании [4].

Повышение твердости путем применения более твердых материалов без термической обработки увеличивает износостойкость пропорционально твердости. А увеличение твердости за счет термической обработки сталей повышает износостойкость, но в меньшей степени.

Увеличение твердости за счет поверхностной пластической деформации не сказывается на повышении износостойкости [5].

Однако повышение твердости стали только за счет изменения химического состава недостаточно для обеспечения требуемой износостойкости деталей. Поэтому в зависимости от условий работы детали в процессе восстановления ее подвергают различной термической или химико-термической обработке, добиваясь тем самым необходимой твердости и соответственно износостойкости (рис. 2) [3–5].

Механическая обработка деталей все же призвана обеспечить в начальной стадии технологического процесса требования к геометрической форме восстановленных поверхностей, а в завершающей – требования в отношении точности и шероховатости.

Рассматривая основные направления, которые содержит система управления качеством капитального ремонта автомобилей, можно отметить, что влияние различных факторов на качество ремонта в той или иной мере различное (рис. 2) [7].



Рисунок 2 – Структура факторов, влияющих на качество ремонта

Концентрация и специализация авторемонтного производства позволяют организовать ремонт автомобилей на современном уровне, улучшить технологические процессы контроля и сортировки деталей, внедрить и развить наиболее прогрессивные способы восстановления деталей, усовершенствовать сборку и испытание, а также контроль на всех стадиях ремонта. Кроме того, специализация ремонтного производства способствует улучшению организации материально-технического снабжения, упрощению технической документации и внедрению в практику и технологию ремонта автомобилей достижений науки и опыта автостроительных предприятий [3].

**Не решенная часть проблемы.** Повышение качества ремонта автотранспортных средств возможно при установлении взаимосвязи эксплуатационных свойств деталей, приобретаемых непосредственно в процессе выполнения технологического процесса восстановления, и технологического фактора (система управления производственными, экономическими и технологическими факторами).

**Цель и постановка задач исследования.** Целью работы является обеспечение качества ремонта автотранспортных средств за счет улучшения эксплуатационных свойств восстановленных деталей при совершенствовании управления производственными,

экономическими и технологическими факторами. Для достижения поставленной цели необходимо решить задачи исследований, связанные с анализом показателей оценки качества ремонта, методов и способов технологий, применяемых в авторемонтном производстве, технико-экономических критериев выбора способа восстановления деталей.

**Оценка качества ремонта автотранспортных средств.** Высокое качество капитально отремонтированных автомобилей позволяет снизить затраты на техническое обслуживание и текущие ремонты, расход запасных частей и простои автомобилей при эксплуатации по причинам различных отказов.

Под качеством капитально отремонтированного автомобиля следует понимать совокупность свойств автомобиля, определяющих его пригодность для использования по назначению.

Автомобиль обладает большим числом различных свойств. Поэтому определение количественных характеристик для оценки качества весьма сложное. В зависимости от условий обычно выбираются основные, наиболее характерные показатели, которыми достаточно объективно можно оценить качество автомобиля. Качество автомобиля может быть оценено единичными, комплексными или интегральными показателями.

Единичный показатель качества оценивает только одно какое-либо свойство автомобиля. Комплексный показатель качества относится к нескольким свойствам. Интегральный показатель является комплексным и в соответствии с ДСТУ 2925-94 характеризует отношение суммарного полезного эффекта от эксплуатации автомобиля к суммарным затратам на его изготовление и эксплуатацию.

Оценка качества отремонтированного автомобиля может производиться сравнением показателей его качества с базовыми показателями, которыми могут быть соответствующие показатели нового автомобиля или автомобиля, отремонтированного на специализированном производстве.

Такая оценка позволяет судить об уровне качества автомобиля или его агрегата, под которым понимается характеристика качества, основанная на сравнении совокупности показателей их качества с соответствующей совокупностью базовых показателей.

Оценка уровня качества изделий может производиться следующими методами: дифференцированным, комплексным и смешанным. При дифференцированном методе оценки уровня качества автомобиля сравниваются единичные показатели с соответствующими показателями базовой модели. Данный метод позволяет выявить отдельные недостатки и принимать необходимые меры по их устранению.

Комплексным методом уровень качества оценивается с использованием обобщенного показателя, характеризующего совокупность свойств, по которой принято решение оценивать его качество.

При смешанном методе оценки уровня качества используются единичные и комплексные показатели качества. Обобщенный показатель в этом случае не используется.

Таким образом, сущность оценки уровня качества отремонтированного автомобиля заключается в выборе номенклатуры и установлении численных значений показателей качества, а также значений базовых и относительных показателей. При установлении численного значения обобщенного показателя необходимо учитывать количественную характеристику данного показателя среди других показателей, входящих в обобщенный показатель. При этом совокупность свойств, оцениваемая обобщенным показателем, может характеризоваться единичными и комплексными или только комплексными, в том числе и интегральными показателями качества. Выбор номенклатуры показателей качества, в том числе и численных значений базовых показателей, зависит от цели оценки уровня качества и должен быть достаточным для этой цели. На разных уровнях управления качеством применяются различные обобщенные показатели.

**Обобщенный фактор.** Наиболее обобщенным показателем уровня качества нового автомобиля является показатель, определяемый по [5]

$$k_{об} = \frac{Q}{C_u + C_э},$$

где  $Q$  - объем транспортной работы, выполняемый новым автомобилем;  $C_u$  - себестоимость изготовления автомобиля;  $C_э$  - себестоимость эксплуатации нового автомобиля.

Уровень качества капитально отремонтированного автомобиля или агрегата можно оценить обобщенным показателем [5]

$$k'_{об} = \frac{Q'}{C_p + C'_э},$$

где  $Q'$  - объем транспортной работы, выполняемый отремонтированным автомобилем;  $C_p$  - себестоимость ремонта автомобиля;  $C'_э$  - себестоимость эксплуатации отремонтированного автомобиля.

Уровень качества капитально отремонтированного автомобиля по сравнению с уровнем качества нового автомобиля можно оценить коэффициентом [5]

$$k_p = \frac{k'_{об}}{k_{об}} = \frac{Q' \cdot (C_u + C_э)}{Q \cdot (C_p + C'_э)}.$$

Откуда следует, что уровень качества отремонтированного автомобиля выражается безразмерной величиной, которая позволяет оценить качество ремонта его агрегатов и узлов, а также качество других автомобилей.

По данным [5] значение коэффициента уровня качества на передовых ремонтных предприятиях было доведено до  $k_p = 0,8$ .

Данная формула учитывает экономические и производственные факторы ремонта, но не учитывает технологические и кадровые, оказывающие не маловажное влияние. Кроме того, изложенная методика не раскрывает того, как изменяется качество отремонтированного автомобиля во времени. Эти вопросы можно решить на основе значений основных закономерностей теории надежности.

**Технологический фактор.** Высокое качество ремонта автомобилей не может быть достигнуто без должного контроля на всех стадиях технологического процесса.

Важное место в организации контроля занимает техническое состояние ремонтного фонда, дефектация деталей по группам годности, операции по восстановлению деталей, включая механическую обработку, комплектование деталей, сборку, окраску и испытание готовых узлов, агрегатов и всего автомобиля в целом.

На операциях контроля-сортировки деталей должны применяться предельный инструмент и дефектоскопия скрытых дефектов, при механической обработке – средства активного контроля размеров и выборочный контроль качества поверхностей (твердость, шероховатость).

Контроль при комплектовании деталей должен предусматривать проверку подбора деталей по размеру, обеспечивающего требуемые посадки сопряжений, особенно деталей с допустимым износом, по весу (детали шатунно-поршневой группы), балансировку деталей вращения в соответствии с техническими условиями.

Должна соблюдаться точность сборки узлов, агрегатов и автомобиля в целом и контролироваться все основные операции по взаимному расположению деталей во всех узлах и агрегатах и затяжки резьбовых креплений и т.д.

Испытание собранных узлов и агрегатов на специальных стендах и строгое соблюдение технических условий на испытание должно быть обязательным условием обеспечения высокого качества.

Для снижения трудоемкости и себестоимости и повышения качества ремонта автотранспортных средств необходимо полное внедрение автоматизации и роботизации технологических процессов [4].

Огромное значение в повышении качества ремонта автомобилей имеет техническое состояние оборудования и технологической оснастки.

В системе управления качеством ремонта автомобилей должно быть отведено должное место связи ремонтного предприятия с автотранспортными [5].

Большую роль в повышении качества ремонта автомобилей отыгрывают механические испытания материалов, структурный и химический анализы, контроль средств измерения и оборудования, проводимые отдельными специализированными сертификационными лабораториями [1].

**Экономический фактор.** Рациональность применения того или иного способа восстановления деталей целесообразно выразить при помощи себестоимости восстановления [6]

$$C_b \leq k \cdot C_n,$$

где  $C_b$  - себестоимость восстановления детали;  $C_n$  - себестоимость новой детали;  $k$  - коэффициент долговечности восстановленной детали.

Предложенный [6] метод определения коэффициентов долговечности на основе анализа эксплуатационных свойств способов восстановления позволяет дифференцированно подойти к оценке долговечности деталей, восстанавливаемых различными способами. Для повышения долговечности деталей и эксплуатационной надежности отремонтированных автомобилей необходимо добиваться наиболее высоких значений коэффициентов долговечности путем совершенствования технологических процессов восстановления деталей. Наиболее рациональным в техническом отношении будет способ, обеспечивающий наибольший коэффициент долговечности при наименьшей себестоимости.

Себестоимость восстановления деталей, выражающая экономический критерий, определяется путем сложения соответствующих себестоимостей [6]

$$C_b = C_{нд} + C_{ин} + C_{мо},$$

где  $C_{нд}$  - себестоимость подготовки поверхностей детали к нанесению покрытия;  $C_{ин}$  - себестоимость нанесения покрытия;  $C_{мо}$  - себестоимость механической обработки поверхностей детали.

В развернутом виде себестоимость восстановления деталей равна [6]

$$C_b = C_1 \cdot \left(1 + \frac{H_1 + H_2}{100}\right) + C_2 \cdot \left(1 + \frac{H'_1 + H'_2}{100}\right) + M + C_3 \cdot \left(1 + \frac{H_1 + H_2}{100}\right),$$

где  $C_1, C_2, C_3$  - стоимость производственной рабочей силы соответственно подготовки поверхностей деталей к нанесению покрытия, нанесению покрытия и механической

обработки;  $H_1, H'_1$  - косвенные цеховые расходы по подготовке и механической обработке деталей и нанесению покрытия;  $H_2, H'_2$  - общезаводские косвенные расходы по подготовке и механической обработке деталей и нанесению покрытия;  $M$  - стоимость материалов для нанесения покрытия.

При рассмотрении влияния годовой программы деталей на себестоимость и выбор способа восстановления расходы целесообразно делить на переменные, зависящие от программы, и постоянные, зависящие от объема производства [7]

$$C_b = C^{\text{var}} \cdot N + C^{\text{const}},$$

где  $C^{\text{var}}$  - переменные расходы, куда входят затраты по основной и дополнительной заработной плате производственных рабочих с начислениями, стоимость материалов, расходы на текущий ремонт и амортизацию производственного оборудования, технологической оснастки, транспортные расходы;  $C^{\text{const}}$  - постоянные расходы, куда входят затраты на содержание, ремонт и амортизацию зданий и сооружений, общезаводские расходы на содержание административно-управленческого аппарата, цехового персонала и вспомогательных рабочих по обслуживанию оборудования, общепроизводственные нужды;  $N$  - годовая программа восстановления деталей

$$N = \sum_{i=1}^m k_{2i} \cdot N_{ai},$$

где  $k_{2i}$  - коэффициент восстановления деталей  $i$ -ого агрегата (автомобиля);  $N_a$  - количество деталей в  $i$ -ом агрегате (автомобиле);  $m$  - количество ремонтируемых агрегатов (автомобилей).

Таким образом, себестоимость восстановления деталей заданной программы различными способами можно представить в виде [7]

$$C_{bn} = C_n^{\text{var}} \cdot N + C_n^{\text{const}},$$

где  $n$  - количество сравниваемых способов восстановления деталей.

Для сопоставления себестоимости восстановления деталей различными способами необходимо определить критическую программу, при которой себестоимости при разных способах являются одинаковыми, [7]

$$N_{kp} = \frac{C_{n-1}^{\text{const}} - C_n^{\text{const}}}{C_n^{\text{var}} - C_{n-1}^{\text{var}}}.$$

Для сопоставления достаточно ограничиться определением программы ремонтного предприятия и переменных расходов.

Себестоимость восстановления деталей всей программы, определяемая выше представленной зависимостью, выражается прямой (рис. 3), отсекающей по оси ординат отрезок, величина которого при разных способах восстановления различна.

Из анализа прямых (см. рис. 3) можно сделать выводы, что при программе восстановления деталей менее  $N_2$ , наиболее выгодным является второй способ. При

программах, превышающих  $N_2$ , четвертый способ уступает второму, однако, при программе  $N_4$  четвертый способ эффективнее третьего и второго. Лишь при программе более  $N_4$  первый способ становится выгодней четвертого способа. При программе ремонта деталей менее  $N_1$  третий способ более рентабелен, нежели второй, а при  $N_2 \leq N \leq N_3$  более рентабелен, чем первый. При программе  $N_3 \leq N \leq N_4$  третий способ становится самым дорогим способом восстановления, уступая всем остальным.

Таким образом, критическими программами, при которых переменные расходы становятся одинаковыми, являются: для второго и третьего способов  $N_{кр} = N_1$ ; для второго и четвертого  $N_{кр} = N_2$ ; для первого и третьего  $N_{кр} = N_3$ ; для первого и четвертого  $N_{кр} = N_4$ .

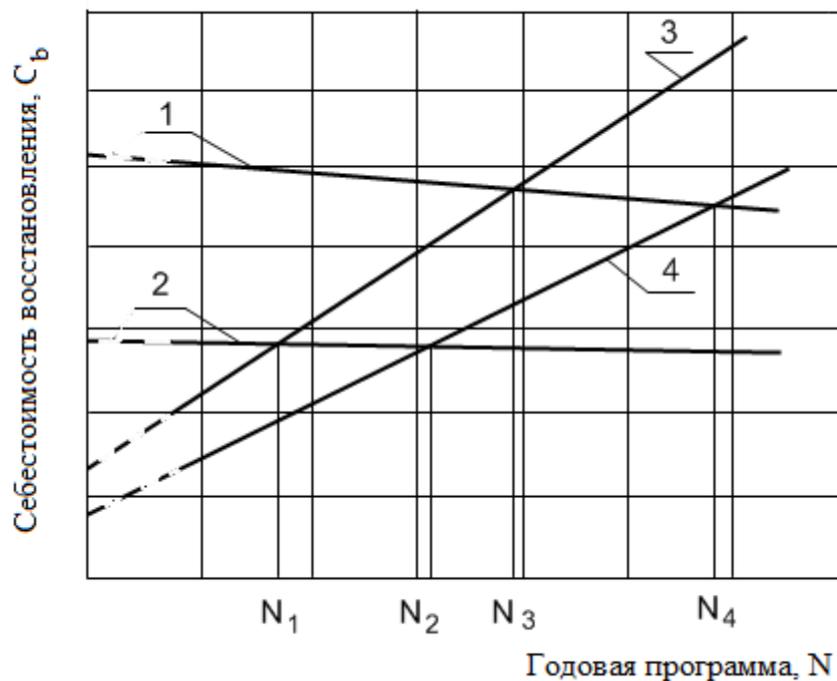


Рисунок 3 – Сопоставление себестоимостей при разных способах восстановления

С учетом постоянных расходов снижение себестоимости восстановления деталей с ростом программы становится еще более эффективным.

### Выводы

1. Для повышения качества отремонтированного автотранспортного средства необходимо объединение всех мероприятий в единую целевую систему, включающую комплекс производственных, технологических и экономических мероприятий с учетом современных подходов, методов и способов восстановления деталей.

2. Для повышения долговечности деталей и эксплуатационной надежности отремонтированных автомобилей необходимо добиваться наиболее высоких значений коэффициентов долговечности путем совершенствования технологических процессов восстановления деталей. Наиболее рациональным в техническом отношении будет способ, обеспечивающий наибольший коэффициент долговечности при наименьшей себестоимости.

3. Сущность оценки уровня качества отремонтированного автомобиля заключается в выборе номенклатуры и установлении численных значений показателей качества, а также значений базовых и относительных показателей. При установлении численного значения обобщенного показателя необходимо учитывать количественную характеристику данного показателя среди других показателей, входящих в обобщенный показатель. Однако вероятность появления внезапных отказов все же имеется, и для восстановления исправного

состояния автомобиля будет иметь место потребность в ремонтном действии, которое в условиях единичного или мелкосерийного ремонтного производства будет заключаться в замене неисправных узлов или агрегатов новыми или отремонтированными.

4. Для поддержания исправности эксплуатируемой части подвижного состава автомобильной техники и устранения отказов их узлов и агрегатов наиболее актуальной будет новая форма ремонта путем частичной разборки или без разборки на детали вообще, т.е. методом без замены сопрягаемых деталей, восстановление которых безусловно возможно при использовании РВС-технологий.

#### Список литературных источников

1. Бичківський Р.В. та ін.. Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація: Підручник / Р.В. Бичківський, П.Г. Столярчук, П.Р. Гамула.- Львів: Видав. Нац. Універ. «Львівська політехніка», 2002.- 560 с.

2. Лудченко О.А. Технічне обслуговування та ремонт автомобілів [Підручник]/ Лудченко О.А. - К.: Знання-Прес, 2003.- 511 с. - Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/1242270/>

3. Бакунов А.С. Техника транспорта. Обслуживание и ремонт [Курс лекций] / Бакунов А.С. - Омск: СибАДИ, 2009. – 80 с. - Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/1242270/>

4. Виноградов В.М. Технологические процессы ремонта автомобилей / В.М. Виноградов. - М.: Транспорт, 2012. - 334 с.

5. Костенко В.И. Основы технологии производства и ремонт автомобилей / Костенко В.И., Егоров А.Б., Терентьев А.В. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2013. – 100 с.

6. Управление факторами, влияющими на качество ремонта автомобилей / Назаров О.І., Полянський О.С. // Механіка та машинобудування. – Харків: НТУ «ХП». – №2. – с. 69–79

7. Обеспечение качества при восстановлении работоспособности тягово-транспортных машин / Назаров О.І., Полянський О.С. // Тракторна енергетика у рослинництві. – Харків: ХНТУСХ, 2009. – Вип. 89. – С. 209–215

**Назаров Олександр Іванович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри технології машинобудування та ремонту машин, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

**Цыбульский Вадим Анатолиевич** – к.т.н., доцент, доцент кафедри технології машинобудування та ремонту машин, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

**Демчук Павло Михайлович** – студент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

**Максименко Єгор Олексійович** – студент Харківський національний автомобільно-дорожній університет

**Івахненко Кирило Олексійович** – студент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет