

## **Анализ текущего состояния и пути повышения надёжности локомотивов**

*Зайниддинов Нуриддин Савранбек угли к.т.н., (Ph.D.)  
Ташкентский государственный транспортный университет*

*Абдуллаев Амирхон Тулкинбек угли магистрант,  
Ташкентский государственный транспортный университет*

*Авазбоев Достон Хамро угли магистрант,  
Ташкентский государственный транспортный университет*

**Аннотация.** В последние годы в связи с ростом объёмов грузоперевозок и ужесточением требований безопасности перевозок особое внимание уделяется техническому состоянию и локомотивного парка, надёжности и экономичности эксплуатируемых локомотивов. Для своевременного осуществления данных перевозок необходимо содержание необходимого числа локомотивов.

Для решения данной задачи проведён анализ текущего состояния парка локомотивов, определены направления обеспечения надёжности локомотивов. Проведено моделирование рамных конструкций, определены высоконагруженные элементы данных конструкций.

**Ключевые слова:** рамные конструкции локомотивов, техническое состояние локомотива, рама локомотива, рама тележки, моделирование рамы тележки локомотива.

В настоящее время Узбекистан обладает огромным транспортным потенциалом и уникальными возможностями обеспечения потребностей страны в перемещении как грузов, так и пассажиров по всем направлениям железнодорожным, автомобильным и воздушным видами транспорта. Железнодорожный транспорт в транспортной системе Узбекистана занимает особое место. На сегодняшний день АО «Узбекистон темир йуллари» является единым производственно-хозяйственным комплексом, предоставляющим транспортные железнодорожные услуги народному хозяйству и населению Республики Узбекистан. Железные дороги Республики Узбекистан играют важную роль при перевозке крупных партий грузов на дальние расстояния. Значение их особенно велико при перевозке нефти и нефтепродуктов, угля, черных и цветных металлов, химических и минеральных удобрений, хлопка-

волокон, зерна и другой сельскохозяйственной продукции, промстрой материалов и других массовых грузов.

Реализуемые в Узбекистане меры по модернизации экономики, всесторонней поддержке и стимулированию экспорта, обеспечению устойчивого роста его объемов требуют выработки дополнительных мер по созданию благоприятных условий для определения внешнеторговых маршрутов, формированию эффективных транзитных коридоров, обеспечивающих выход экспортной продукции страны на перспективные международные рынки.

При реализации проектов касательно дополнительных маршрутов важное значение для всего Центральноазиатского региона имеет построенная и сданная в эксплуатацию в 2010 году первая в Афганистане железная дорога Хайратон – Мазари-Шариф. Продолжением данного маршрута является рассматриваемое и планируемое строительство железной дороги «Мазари-Шариф-Кабул-Пешавар» протяженностью около 600 км который позволит сократить сроки и стоимость транспортировки грузов между странами Южной Азии и Европы через Центральную Азию.

Вместе с этим ведутся работы по реализации проекта строительства железной дороги «Узбекистан-Кыргызстан-Китай». Представителями стран подписано трёхстороннее соглашение 14 сентября 2022 года при проведении саммита Шанхайской организации сотрудничества (ШОС), прошедшего в Узбекистане. Реализация проекта позволит расширить географию торговли и перевозок из Китая через Узбекистан в Турцию и далее в Европу.

С целью обеспечения растущих объёмов перевозок основная часть железных дорог Республики электрифицирована и проделана большая работа по обновлению локомотивного парка.

Анализ текущего состояния локомотивного парка показывает, что основная часть электровозов парка АО «УТЙ» обновлена за счёт приобретения современных локомотивов производства Чужуйского, Далянского завода (КНР), а также серии 3ЭС5К, 2ЭС5К Российского производства. Парк

магистральных тепловозов обновлен за счёт модернизации с продлением срока службы тепловозов ТЭ10М с заменой дизеля. Структура локомотивного парка приведена на рис.1.



Рис. 1 Структура парка локомотивов АО «Узбекистон темир йуллари»

Рост объёмов грузоперевозок предполагает также увеличение объёма маневровой работы. Что касается маневровых тепловозов, основную часть эксплуатируемых на станционных путях железных дорог, путях не общего пользования, а также подъездных путях промышленных предприятий Республики составляют тепловозы ТЭМ2 и ЧМЭЗ.

Основная часть этих тепловозов отработала свой срок службы и из-за интенсивного износа устаревшего тепловозного оборудования увеличивается количество подъёмочных и капитальных ремонтов тепловозов, тем самым резко снижается рентабельность их использования и содержания, а также приводит к необоснованному перерасходу дизельного топлива. Наряду с этим истекший срок службы локомотивов согласно нормативно-технической документации не позволяет их эксплуатацию на участках железных дорог, что требует принятия необходимых мер.

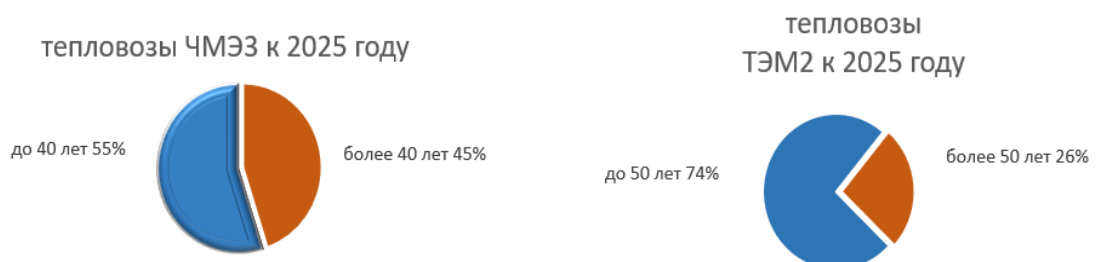


Рис. 2 Состояние парка маневровых тепловозов АО «УТЙ».

Учитывая то, что к 2025 году около 30% данных тепловозов подлежат исключению, для приведения численности парка и его рабочих параметров в соответствие с прогнозируемым ростом объёма перевозок, требованиям безопасности движения и энергоэкономичности, требуется принятие неотложных мер по оздоровлению и обновлению парка маневровых локомотивов. Диаграмма состояния парка маневровых тепловозов приведена на рисунке 2.

Такая же ситуация и в других странах СНГ, принимаются различные меры для поддержания парка локомотивов в соответствии с требованиями. В Российской Федерации в 2017 году постановлением Правительства РФ принято решение о стимулировании покупателей промышленных локомотивов путём субсидирования части затрат покупателей. В сложившейся ситуации, когда потребности дорог в обновлении локомотивного парка ограничены их финансовыми возможностями, значительно возрастает роль ремонта и модернизации как способ поддержания тяговой техники в работоспособном состоянии.

Модернизация (замена силовых агрегатов) является оптимальным решением данного вопроса, которое позволит удовлетворить требованиям эксплуатации. Решающим условием является хорошее техническое состояние несущих конструкций. Имеется в виду, что несущие конструкции рамы, кузова и тележки должны быть исправными и способными воспринимать дополнительные нагрузки, чтобы служить базой для модернизации.

При модернизации и определении остаточного ресурса рамных конструкций требуется проведение исследований напряженно-деформированного состояния, статической прочности, а также их ресурса различными методами, такими как математическое моделирование, стендовые и натурные испытания, неразрушающий контроль и другие.

Для определения силовых факторов влияющих на рамные конструкции тепловоза требуется проведение расчётов

Математическое моделирование рамы тележки маневрового тепловоза ЧМЭЗ подразумевает создание с помощью инженерных программ модели объекта и с учетом всех факторов и сил, воздействующих на конструкцию, произвести ряд расчетов с применением метода конечных элементов. При создании модели основной информацией служат чертежи рамы тележки. Созданная конечно-элементная модель приведена на рисунке 3.

Для проведения расчетов зададим в программе материал, из которого выполнена конструкция, определим граничные условия, приложим нагрузки, возникаемые при различных режимах эксплуатации. Рама тележки выполнена из стали марки Ст.3сп. Предел текучести для данной марки стали  $\sigma_m=235$  МПа, временное сопротивление  $\sigma_b=470$  МПа.

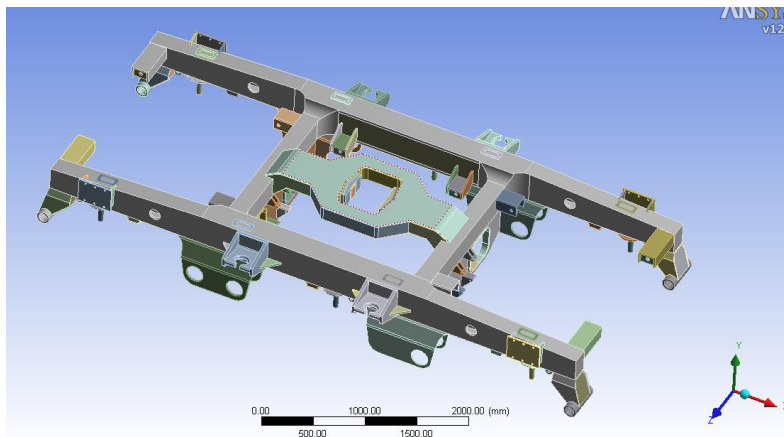
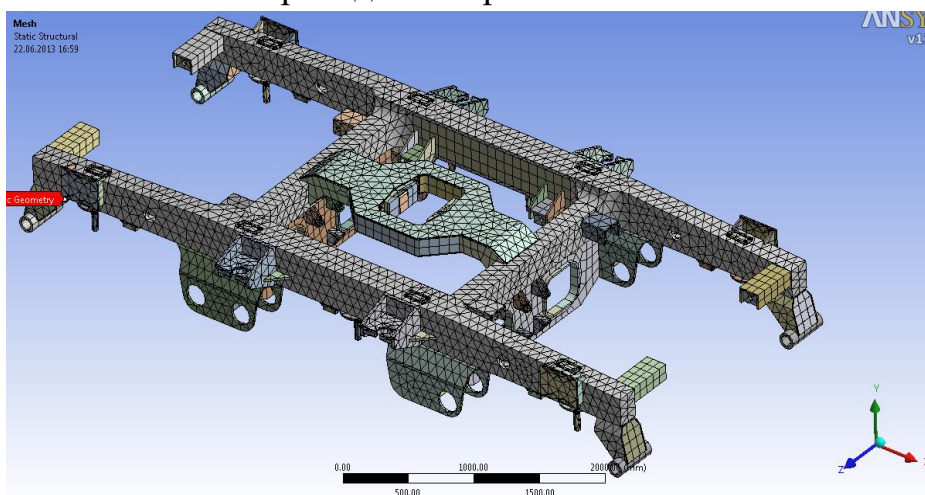


Рис.3 Конечно-элементная модель рамы тележки тепловоза ЧМЭ-3

К нижней полке боковины приварены конструктивные детали, большие и малые буксовые кронштейны, предназначенные для крепления к ним поводков букс, и в результате приварки деталей, листов различной толщины и массивности могут возникать трещины в процессе эксплуатации.

Для расчетов в зависимости от сложности конструкции и поставленных задач могут быть приняты некоторые допущения. При разбиении на конечные элементы требуется выбор типа элементов, размерность элементов и в расчетах используются только объемные конечные элементы. Разбиение рамы тележки на элементы приведено на рис.4.



Statistics	
Nodes	83292
Elements	35023

Рис.4 Разделение на узлы и элементы рамы тележки тепловоза

Далее выполняется расчет с целью оценки прочности конструкции рамы тележки тепловоза. Исследование данной модели, расчёт силовых факторов, действующих на тележку, и анализ результатов проводится с учетом отраслевых требований, а также согласно характеристикам тепловоза и его конструкций. Расчёты проводятся для режимов тяги, торможения, подъёмки при ремонте, соударении, а также частотный анализ при различных формах колебаний. Конечно-элементные модели рамных конструкций позволяют не только выполнить прочностной статический расчет конкретного варианта конструкции, но и провести исследование и предложить модернизацию этих конструкций.

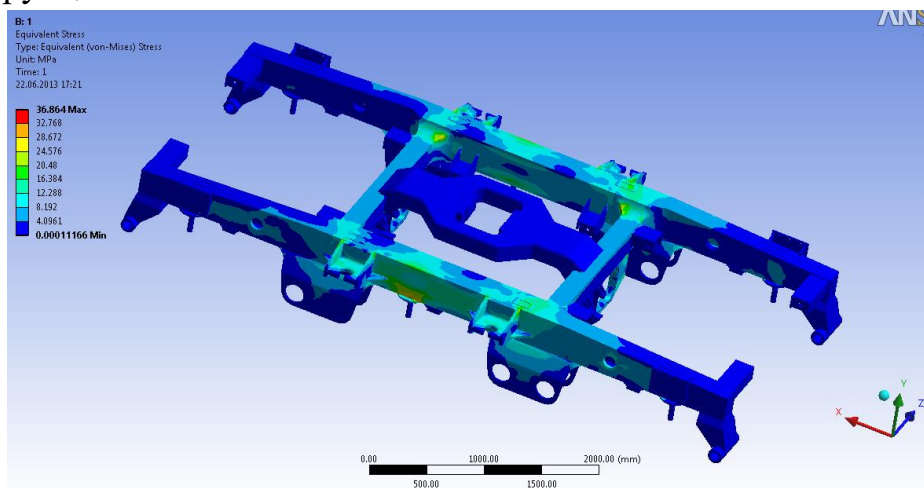


Рис 5. Вывод результата расчетов для анализа.

Построенная в программе SolidWorks конечно-элементная модель рамы тележки позволяет проводить многовариантные расчёты, позволяющие определять и анализировать такие усилия как перемещения, деформации в данной конструкции, также определить места критических напряжений в конструкции. Данные инженерные программы позволяют не только исследовать напряжённо-деформированное состояние рамы тележки, так же позволят дать оценку возможным изменениям при его модернизации, определить эффективные способы усиления при ремонте и продлении срока полезного использования тепловозов [3].

Учитывая то, что назначенный срок службы локомотивов определяется ресурсом их базовых частей, продление срока полезного использования

возможно при наличии остаточного ресурса конструкций и коэффициента запаса сопротивления усталости не ниже допустимого уровня, обеспечивающего безопасность эксплуатации объекта в течение продленного срока службы. Вопрос о возможности эксплуатации сверх этих сроков решается отдельно для конкретного локомотива в зависимости от технического состояния, условий эксплуатации и экономической целесообразности. Наличие остаточного ресурса у базовых частей локомотивов с истекшим назначенным сроком службы устанавливают по результатам проведенных научно-исследовательских работ, включающих подобные расчеты [4,5].

Далее рассматривается ряд вопросов касательно модернизации, наряду с обновлением силового агрегата, подразумевается обновление в соответствии с современным уровнем техники систем охлаждения, пневматической и тормозной, силовых и вспомогательных электрических цепей, а также перекомпоновка пульта управления под новую систему управления локомотивом.

При модернизации маневровых тепловозов и продления срока их полезного использования предусматривается определение ожидаемой экономической эффективности модернизации этих серий тепловозов, выбор оптимальных вариантов дизелей и других узлов, предлагаемых к замене.

Целью работы является продление срока службы тепловозов, улучшение технико-экономических показателей работы, сокращение эксплуатационных расходов тепловозов, снижение шума и количества вредных выбросов в атмосферу с целью соблюдения непрерывно ужесточающихся стандартов по защите окружающей среды.

### **Использованная литература:**

1. Оганьян Э.С. Применение методов расчёта несущей способности и малоциклового усталости для оценки ресурса ответственных узлов локомотивов. / Сборник трудов ПГУПС СПб-2000г.
2. Зайнидинов Н.С. Моделирование напряженно-деформированного состояния рам тележек локомотивов Журнал Проблемы транспорта //Silesian University of Technology Faculty of Transport /Польша Katowice 2014

3. Зайниддинов Н.С. Моделирование напряженно-деформированного состояния рамы тележки тепловоза / Известия ПГУПС №3(24) СПб 2010 с. 98-105

4. Yusufov A, Khamidov O, Zayniddinov N, Abdurasulov S. Prediction of the stress - strain state of the bogie frames of shunting locomotives using the finite element method. E3S Web of Conferences, Vol. 401, 03041, pp. 1-12, 2023.

5. Протокол от 20-21 октября 2010 г. Совета по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества Положение "Локомотивы. Порядок продления назначенного срока службы".