АВТОМАТИЧЕСКОЕ НАТЯЖЕНИЕ ЦЕПИ ТРАНСМИССИИ ГУСЕНИЧНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ КАК РЕШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРОБЛЕМЫ ПРОВИСАНИЯ

О.В. Кононов, *заместитель генерального директора*
ООО «Механика»
(Россия, г. Череповец)

DOI:10.24412/2500-1000-2026-6-2-71-78

Аннотация. *В статье рассматриваются подходы к решению эксплуатационной проблемы провисания цепи в гусеничных транспортных средствах в условиях переменных нагрузок, неровной опорной поверхности и динамических режимов движения. Исследование выполнено в форме систематического обзора и аналитического синтеза научных публикаций, посвященных динамике гусеничных систем, контактному взаимодействию, проскальзыванию, конструкциям и принципам работы натяжных устройств. Особое внимание уделено интерпретации провисания как системного состояния, возникающего при нарушении передачи усилия и контактной связности гусеничного контура, анализу взаимосвязи между натяжением, его колебаниями и устойчивостью движения. Проведен сравнительный анализ существующих подходов к регулированию натяжения, включая механические, гидравлические и активные системы, с оценкой их способности обеспечивать стабильность передачи усилия в реальных условиях эксплуатации. Установлено, что изолированное применение фиксированного натяжения не обеспечивает предотвращение провисания при наличии динамических возмущений, поскольку не учитывает изменчивость контактных условий и нагрузок. Предложена авторская модель автоматического натяжения цепи, отражающая переход от поддержания заданного параметра к управлению состоянием системы. Модель основана на ограничении вариативности натяжения, оценке текущего состояния гусеничного контура и адаптивном регулировании с учетом условий движения и взаимодействия с опорной поверхностью. Полученные результаты позволяют рассматривать устойчивость гусеничной трансмиссии как системное свойство, определяемое согласованностью передачи усилия, контактной механики и динамических процессов. Статья будет полезна для исследователей в области транспортных систем, мобильной робототехники, специалистов, занимающихся проектированием и эксплуатацией гусеничных машин в сложных условиях.*

Ключевые слова: *провисание; натяжение; гусеница; нагрузка; контакт; движение; устойчивость; управление.*

В условиях ускоренной роботизации транспортных и технологических систем гусеничные транспортные средства выступают базовой платформой для работы на сложных грунтах с низкой несущей способностью и высокой неоднородностью. Их эффективность определяется характеристиками привода и устойчивостью взаимодействия гусеничного контура с опорной поверхностью. Непрерывный контакт с грунтом обеспечивает высокие тяговые свойства, однако одновременно повышает чувствительность системы к изменению натяжения цепи и геометрии контура [9]. В этих условиях провисание цепи приобретает системный характер: оно нарушает передачу усилия, увеличивает проскальзывание, снижает сцепление и энергоэффективность, усиливает динамические нагрузки и неравномерность контакта [7]. Дополнительно изменяется распределение давления, ухудшается использование опорной площади, а в режимах поворота возникает расхождение между расчетной и фактической траекторией движения [10]. В результате провисание влияет одновременно на тяговые, динамические и управляемые характеристики машины. Несмотря на значительное количество исследований динамики гусеничных систем, вопрос автоматического регулирования натяжения цепи остается недостаточно разработанным. В существующих работах основное внимание уделяется кинематике движения, контактному взаимодействию и распределению давления, тогда как натяжение рассматривается как заданный параметр

конструкции. Такой подход ограничивает возможность анализа провисания как динамического процесса, зависящего от изменения нагрузки, режима движения и взаимодействия с опорной поверхностью.

Несмотря на это, в большинстве исследований натяжение цепи рассматривается как фиксированный параметр, задаваемый на этапе настройки конструкции. Данный подход не учитывает его динамическую природу, обусловленную переменными нагрузками, инерционными эффектами и взаимодействием с грунтом [2]. В реальных условиях натяжение постоянно изменяется, а его отклонения формируют провисание как результат некомпенсированных возмущений. Отсутствие системного подхода к управлению этим параметром приводит к разрыву между теоретическими моделями и эксплуатационной практикой, что требует перехода к его рассмотрению как управляемой переменной трансмиссии.

Цель исследования – разработать авторскую модель автоматического натяжения цепи, обеспечивающую стабилизацию гусеничного контура в условиях переменных нагрузок и динамических воздействий.

Для достижения цели поставлены следующие **задачи:**

– проанализировать влияние провисания на работу гусеничной трансмиссии;

– определить роль натяжения в передаче усилия и контактном взаимодействии;

– исследовать существующие системы натяжения и их ограничения;

– обосновать необходимость автоматического регулирования;

Гипотеза исследования заключается в том, что автоматическое натяжение цепи, реализованное как система с обратной связью, способно снизить уровень провисания и стабилизировать передачу тягового усилия за счет ограничения вариативности натяжения при переменных нагрузках.

Научная новизна работы заключается в переходе от рассмотрения натяжения как статического параметра к его интерпретации как динамической переменной, формируемой взаимодействием «привод–гусеница–грунт» в условиях переменных нагрузок. В отличие от традиционных подходов, провисание трактуется не как локальный дефект, а как системное нарушение передачи усилия и кинематики движения. Новизна состоит и в интеграции динамики, контактной механики и адаптивного управления для описания натяжения как управляемого процесса. Разработанная модель вводит многорежимное регулирование с областью допустимых состояний, обеспечивая компенсацию и прогнозирование провисания.

Материалы и методы

Исследование основано на методах теоретического анализа научных публикаций, сравнительной классификации подходов к регулированию натяжения цепи и системного анализа взаимосвязей между провисанием, передачей тягового усилия, контактной механикой и устойчивостью движения гусеничных транспортных средств. Основное внимание уделено выявлению механизмов, через которые нарушение натяжения формирует провисание, проскальзывание, рост динамических нагрузок и снижение кинематической точности гусеничного контура. Натяжение цепи рассматривается не как фиксированный конструктивный параметр, а как динамическое состояние трансмиссии, зависящее от нагрузки, режима движения, контакта с грунтом и работы исполнительного натяжного устройства.

Исследование выполнено в форме систематического обзора открытых научных публикаций 2022-2025 гг., представленных в международных рецензируемых журналах и академических базах данных. Поиск литературы проводился в Google Scholar, ScienceDirect, SpringerLink и MDPI с использованием комбинаций ключевых слов: “track tension”, “chain tension”, “tracked vehicle”, “track slack”, “track slippage”, “tracked chassis”, “contact mechanics”, “traction”, “dynamic load”, “hydraulic tensioning” и “adaptive control” с применением операторов AND/OR. В выборку включались англоязычные публикации, содержащие экспериментальные результаты, расчетные модели или аналитические обзоры, связанные с динамикой гусеничных систем, контактным взаимодействием, натяжением цепи, проскальзыванием и управлением движением. Удалялись работы, ограниченные общим описанием мобильных платформ без анализа гусеничного контура, исследования, не раскрывающие связь между натяжением, контактной механикой и эксплуатационной устойчивостью.

На этапе первичного отбора было выявлено 33 публикации. После удаления дубликатов и

анализа названий и аннотаций были удалены исследования, не соответствующие цели работы. По результатам полнотекстового анализа в итоговую выборку включено 12 источников, отражающих основные аспекты динамики гусеничных транспортных средств, контактной механики, проскальзывания, систем натяжения и адаптивного управления.

Аналитическая процедура включала отбор источников, фильтрацию и их систематизацию. Выделены главные факторы: натяжение цепи, контактное давление, устойчивость зацепления, динамические нагрузки и проскальзывание. Установлено, что недостаточное натяжение вызывает провисание и снижение тяги, тогда как избыточное увеличивает трение, износ и потери энергии. Переходные режимы движения формируют переменные нагрузки, требующие автоматического регулирования.

Ограничение исследования связано с небольшим объемом выборки и фрагментарностью существующих работ, где натяжение цепи редко рассматривается как управляемый параметр. Тем не менее, отобранные источники охватывают динамику движения, контактную механику, проскальзывание и системы регулирования натяжения.

Полученные результаты использованы для систематизации факторов, определяющих эффективность автоматического натяжения цепи, и разработки авторской модели, отражающей взаимосвязь между состоянием гусеничного контура, динамическими возмущениями, контактными условиями и режимами адаптивного регулирования.

Результаты исследования

Установлено, что натяжение цепи задает режим работы гусеничного контура и определяет характер передачи усилия в системе. Изменение натяжения приводит к перестройке контактного взаимодействия, перераспределению нагрузки и изменению динамического поведения машины [8]. В условиях переменных нагрузок и неровной поверхности натяжение перестает выполнять вспомогательную функцию и становится параметром, который формирует устойчивость движения и эффективность трансмиссии [11]. Провисание в данной логике фиксируется как режим потери связности системы, при котором передача усилия становится нестабильной, а контакт – фрагментированным.

Формирование контактной устойчивости гусеничного контура определяется абсолютным значением натяжения и его изменением во времени. Анализ показывает, что основным параметром является не статический уровень натяжения, а диапазон его колебаний, который задает устойчивость передачи усилия и непрерывность контакта с опорной поверхностью. При увеличении вариативности натяжения система переходит из устойчивого режима в режим прерывистой передачи нагрузки, сопровождаемый локальными разгрузками и скачками зацепления [5].

Снижение натяжения переводит гусеничный контур в режим провисания. Нижняя ветвь теряет жесткость. Контакт с грунтом становится разорванным. Давление концентрируется в зонах опорных элементов, тогда как промежуточные участки практически не участвуют в передаче нагрузки. В результате формируется неравномерное поле давления, которое усиливает локальные перегрузки и снижает тяговую устойчивость [3]. Передача усилия становится дискретной. Возникают скачки зацепления. Увеличивается вероятность проскальзывания при изменении нагрузки и направления движения [10]. Переход между режимами носит нелинейный характер. Наибольшие изменения контактного состояния наблюдаются в зоне перехода от свободной цепи к среднему натяжению, где происходит восстановление непрерывности контакта. Дальнейшее увеличение натяжения приводит не к качественному изменению режима, а к перераспределению нагрузки внутри уже устойчивого состояния. Приведенные значения натяжения рассчитаны для модельного гусеничного модуля массой 4 кН и используются для иллюстрации изменения режимов контактного взаимодействия. В таблице 1 рассмотрены режимы натяжения и соответствующие изменения контактного состояния.

Таблица 1. Параметры натяжения цепи гусеничного модуля [5]

Режим натяжения	Натяжение цепи, % веса машины	Натяжение цепи, кН	Эффект для контакта
Свободная цепь	0	0	Провисание, низкая жесткость контура
Среднее натяжение	25	0,981	Более равномерное распределение давления
Повышенное натяжение	50	1,962	Снижение пикового давления
Регулируемое натяжение	переменное	переменное	Адаптация к нагрузке и грунту

Повышение натяжения переводит систему в устойчивый режим. Контакт становится непрерывным. Давление распределяется вдоль всей опорной поверхности. Снижается амплитуда локальных перегрузок. Передача усилия стабилизируется. За счет увеличения жесткости гусеничного контура уменьшается вариативность контактных условий, что ограничивает развитие проскальзывания [1]. Данный режим обеспечивает более предсказуемое поведение машины при движении по неоднородному грунту.

Дальнейшее увеличение натяжения формирует другой тип отклонений. Возрастает внутреннее сопротивление. Увеличивается нагрузка на звенья цепи и элементы трансмиссии. Энергетические потери растут. Следовательно, натяжение формирует интервал допустимых состояний, внутри которого система сохраняет устойчивость, а вне – переходит в режим провисания или перегрузки.

Анализ показывает, что устойчивость контактного взаимодействия определяется отношением амплитуды колебаний натяжения к его среднему значению. При превышении критического уровня этого отношения система переходит в режим прерывистой передачи усилия, сопровождаемый ростом проскальзывания и динамических нагрузок. В пределах допустимого диапазона сохраняется непрерывный контакт и стабильная передача тяги.

В переходных режимах влияние натяжения усиливается. При повороте и торможении нагрузка перераспределяется между ветвями гусеницы. При недостаточном натяжении возникают кратковременные разрывы контакта. Фиксируются скачки зацепления. Передача усилия становится неустойчивой [7]. Для системы это означает потерю точности движения и рост динамических нагрузок на элементы трансмиссии. Натяжение в этих условиях выступает как параметр, определяющий контактную устойчивость и работоспособность гусеничного контура. Устойчивость контактного взаимодействия может быть представлена в виде концептуальной зависимости, отражающей влияние текущего натяжения и его вариативности на состояние гусеничного контура:

$$S = f(T, \Delta T, C) \quad (1)$$

где:

S – устойчивость контактного взаимодействия;

T – текущее натяжение;

ΔT – амплитуда его колебаний;

C – условия контакта с опорной поверхностью.

Данная зависимость носит качественный характер и отражает функциональную связь между параметрами системы без задания конкретного аналитического вида функции.

При отсутствии регулирования натяжение изменяется неуправляемо. Движение по неровной поверхности формирует циклы разгрузки и повторного нагружения цепи. Возникают колебания натяжения. Контакт с грунтом становится нестабильным. Передача усилия сопровождается ударными нагрузками и скачками зацепления [6]. В таблице 2 приведено сравнение методов регулирования натяжения: TP — предложенная система автоматического натяжения, DP-A и DP-B — традиционные методы динамического регулирования, рассмотренные в [4].

Таблица 2. Эффективность поддержания натяжения при разных режимах работы [4]

Режим работы	Показатель	TP	DP-A / DP-B
Постоянное натяжение	RMSE, кН	0,42	1,15 / 0,92
Случайная дорога	RMSE, кН	0,86	1,64 / 1,27
Руление/торможение	Время установления, с	2,4	4,1 / 3,3
Падение давления	Время восстановления, с	1,8	3,5 / 2,7
Неопределенность параметров	RMSE, кН	0,79	1,75 / 1,28

Снижение ошибок поддержания натяжения сопровождается уменьшением амплитуды колебаний и стабилизацией контактного состояния. Главным эффектом является не абсолютное снижение ошибки, а ограничение динамического разброса натяжения, который определяет переход системы в устойчивый режим. Автоматическое натяжение тем самым изменяет точность поддержания параметра и характер динамики гусеничного контура.

Сокращение времени реакции обеспечивает восстановление натяжения до возникновения критического провисания. В переходных режимах это исключает разрыв контакта и потерю зацепления [12]. Передача усилия сохраняет непрерывный характер. В условиях реальной эксплуатации это приводит к снижению динамических перегрузок и повышению устойчивости движения на неровной поверхности.

Фиксируется снижение чувствительности гусеничного контура к внешним возмущениям. При изменении нагрузки, скорости и контактных условий система сохраняет рабочее состояние. Вариативность тяговых характеристик уменьшается. Управляемость становится более предсказуемой.

Установлено, что устойчивость гусеничного контура формируется как результат ограничения вариативности натяжения, а не только его абсолютного значения. Провисание возникает при выходе системы за пределы допустимого диапазона колебаний, тогда как автоматическое натяжение обеспечивает удержание параметра в области устойчивого контактного взаимодействия. Тем самым автоматическое регулирование натяжения фиксируется как механизм управления динамикой передачи усилия, а не как вспомогательный элемент конструкции.

Обсуждение

Полученные результаты согласуются с исследованиями динамики гусеничных систем, в которых отмечается влияние натяжения на распределение контактных усилий и устойчивость движения [3, 5, 11]. Однако в отличие от существующих работ, в настоящем исследовании натяжение рассматривается как управляемая переменная, а провисание интерпретируется как системное нарушение передачи усилия. При достаточном натяжении движение формируется через непрерывное зацепление и устойчивый контакт с опорной поверхностью. При снижении натяжения возникает разрыв данной связи. Передача усилия становится прерывистой. Контакт теряет непрерывность. Система переходит из устойчивого режима в динамически нестабильное состояние, где любое внешнее возмущение усиливает отклонения.

Провисание является нарушением передачи усилия на уровне гусеничного контура. Оно разрушает связь между вращением ведущего колеса и фактическим перемещением машины. В данном состоянии часть движения уходит в деформацию и перераспределение цепи, а не в тягу. Данный режим эквивалентен проскальзыванию, которое в моделях управления приводит к росту ошибок движения и снижению устойчивости [1]. В отличие от классического проскальзывания, провисание формируется внутри трансмиссии и распространяется на весь гусеничный контур.

Динамика провисания проявляется наиболее жестко в переходных режимах. При повороте, торможении и движении по неровной поверхности происходит циклическая разгрузка и повторное нагружение цепи. В условиях недостаточного натяжения это вызывает ударные изменения усилия. Возникают скачки зацепления. Формируется переменный режим передачи тяги. Эксплуатационные испытания подтверждают, что такие режимы вызывают разрушение элементов цепи даже при наличии расчетного запаса прочности [6].

Провисание усиливает неравномерность контактного взаимодействия. Давление перераспределяется в пользу отдельных опорных участков. Остальная часть гусеницы теряет несущую функцию. Провисание фиксируется как

режим потери контактной связности, при котором система сохраняет движение, но теряет устойчивую передачу усилия.

Механические системы натяжения формируют фиксированное предварительное усилие и не реагируют на изменение условий движения. При переменных нагрузках они не способны удерживать натяжение в рабочем диапазоне. В результате система периодически переходит в режим провисания или перегрузки.

Гидравлические решения расширяют возможности регулирования, но их эффективность ограничена характером управления. При отсутствии полной обратной связи система реагирует на давление или перемещение, но не учитывает фактическое состояние контакта. Даже при формальном удержании параметра система может находиться в режиме нестабильного зацепления. Ограниченность таких решений связана с отсутствием учета динамики гусеничного контура, контактного взаимодействия и внешних возмущений.

Существующие подходы ориентированы на поддержание значения натяжения, а не на управление состоянием системы. В реальных условиях натяжение формируется под действием переменных нагрузок, взаимодействия с грунтом и динамических эффектов. Без учета этих факторов натяжитель устраняет последствия, но не предотвращает развитие нестабильных режимов.

В центре предлагаемого подхода находится переход от регулирования фиксированного значения к управлению диапазоном допустимых состояний гусеничного контура. Натяжение определяется как переменная, ограниченная нижней границей, связанной с риском провисания и потери зацепления, и верхней границей, при которой растут трение, износ и энергетические потери. Данное представление формирует основу для динамической стабилизации системы. На рисунке 1 предложена модель автоматического натяжения цепи гусеничной трансмиссии, в которой объединены процессы формирования натяжения, оценки состояния и адаптивного управления.

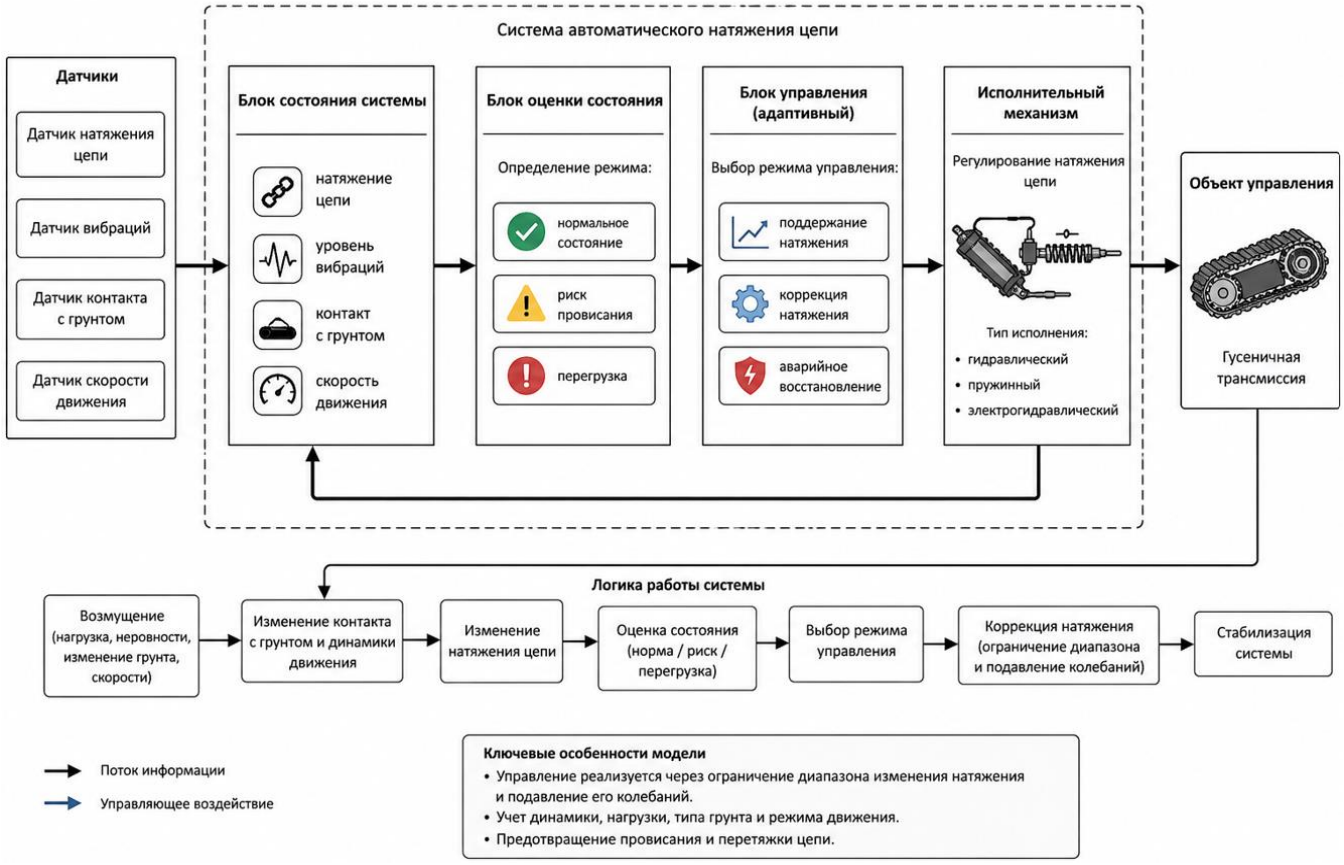

Рис. 1. Модель автоматического натяжения цепи гусеничной трансмиссии

Состояние системы определяется текущим натяжением, его колебаниями, условиями контакта с грунтом и режимом движения, которые совместно задают геометрию гусеничного контура и характер передачи усилия. Оценка этих параметров фиксирует переход к зонам риска провисания или перегрузки, после чего управление формируется адаптивно. Регулирование реализуется через ограничение диапазона изменения натяжения и подавление его колебаний, что удерживает систему в устойчивом состоянии при переменных нагрузках. Возмущения изменяют контакт, вызывают отклонение натяжения и компенсируются корректирующим воздействием, возвращающим параметр в рабочий диапазон и восстанавливающим связность контакта. В результате устраняется причина нестабильности, а автоматическое натяжение формирует базовый контур стабилизации гусеничной трансмиссии.

Заключение

Провисание цепи не устраняется увеличением жесткости или фиксированным натяжением. Ограничение связано с невозможностью удерживать усилие в условиях переменных нагрузок. При фиксированном натяжении сохраняется зависимость от возмущений, что приводит к разрыву передачи усилия и росту динамических нагрузок.

Гипотеза исследования получила подтверждение. Установлено, что автоматическое натяжение снижает вероятность провисания и стабилизирует передачу усилия за счет ограничения вариативности натяжения. При этом решающим фактором является управление динамикой параметра, а не поддержание фиксированного значения.

Автоматическое натяжение эффективно только при управлении динамикой параметра. Удержание натяжения в допустимом диапазоне и подавление его колебаний обеспечивают непрерывный контакт и стабильную передачу тяги. Поддержание фиксированного значения без учета динамики не предотвращает переход в неустойчивые режимы.

Практическое значение заключается в переходе от настройки параметра к управлению состоянием системы. Автоматическое натяжение формирует контур стабилизации, в котором регулирование направлено на ограничение вариативности натяжения и сохранение контактной связности. Модель может использоваться при разработке адаптивных систем управления гусеничными трансмиссиями. Дальнейшие исследования должны быть направлены на экспериментальную проверку критических границ устойчивости и количественную оценку допустимых колебаний натяжения.

Библиографический список

1. Amokrane S.-B., Laidouni M.Z., Adli T., Madonski R., Stanković M. Active disturbance rejection control for unmanned tracked vehicles in leader-follower scenarios: discrete-time implementation and field test validation// arXiv. – 2023. – DOI: https://doi.org/10.48550/arXiv.2311.15095.

2. Chen Y., Wang Z., Zhang H., Liu X., Li H., Sun W., Li H. Investigation of the traveling performance of the tracked chassis of a potato combine harvester in hilly and mountainous areas // Agriculture. – 2024. – Vol. 14, № 9. – Art. 1625. – DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture14091625.

3. Ding R., Qi X., Meng X., Chen X., Zhang L., Mei Y., Li A., Ye Q. A review on the chassis configurations and key technologies of agricultural robots // Agriculture. – 2025. – Vol. 15, № 22. – Art. 2379. – DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture15222379.

4. Ding Z., Sun S., Zhu H., Yan Z., Zhou Y. Simulation method for hydraulic tensioning systems in tracked vehicles using Simulink–AMESim–RecurDyn // Actuators. – 2025. – Vol. 14, № 12. – Art. 615. – DOI: https://doi.org/10.3390/act14120615.

5. Grazioso A., Di Maria E., Giannoccaro N. I., Ishii K. Multibody modeling of a new wheel/track reconfigurable locomotion system for a small farming vehicle // Machines. – 2022. – Vol. 10, № 12. – Art. 1117. – DOI: https://doi.org/10.3390/machines10121117.

6. Kasch J., Ahmadian M. Design and operational assessment of a railroad track robot for railcar undercarriage condition inspection // Designs. – 2024. – Vol. 8, № 4. – Art. 70. – DOI: https://doi.org/10.3390/designs8040070.

7. Leng B., Li Z., Liu M. и др. Multi-mode evasion assistance control method for intelligent distributed-drive electric vehicle considering human driver's reaction // Chin. J. Mech. Eng. – 2025. – Vol. 38. – Art. 102. – DOI: https://doi.org/10.1186/s10033-025-01270-2.

8. Ma Z., Xu H., Dou J., Qin Y., Zhang X. Feature selection based on reinforcement learning and hazard state classification for magnetic adhesion wall-climbing robots // arXiv. – 2025. – DOI: https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.17615.

9. Tian B., Lin T., Zhang C., Li Z., Fu S., Chen Q. Mixed linear quadratic regulator controller design for path tracking control of autonomous tracked vehicles // The 8th International Conference on Advances in Construction Machinery and Vehicle Engineering (ICACMVE 2023): Lecture Notes in Mechanical Engineering. – Singapore: Springer, 2024. – DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-97-1876-4_10.

10. Wang Y., Jin C., Yang T., Wang T., Ni Y. Analysis and experimental investigation of steering kinematics of driven steering crawler harvester chassis // Agriculture. – 2024. – Vol. 14, № 1. – Art. 65. – DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture14010065.

11. Wang Z., Kong F., Xie Q., Zhang Y., Sun Y., Wu T., Chen C. Design and testing of a crawler chassis for brush-roller cotton harvesters // Agriculture. – 2024. – Vol. 14, № 10. – Art. 1832. – DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture14101832.

12. Wu B., Zhang S., Pan X., Yang L. Design of structure and control system of all-terrain intelligent agricultural picking robot // Mechanical Design and Simulation: Exploring Innovations for the Future (MDS 2024): Lecture Notes in Mechanical Engineering. – Singapore: Springer, 2025. – DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-97-7887-4_6.

AUTOMATIC CHAIN TENSIONING IN TRACKED VEHICLE TRANSMISSIONS AS A SOLUTION TO THE OPERATIONAL PROBLEM OF TRACK SLACK

O.V. Kononov, *Deputy General Director*
Mekhanika LLC
(Russia, Cherepovets)

Abstract. *This article examines approaches to addressing the operational problem of chain slack in tracked vehicles under conditions of variable loads, uneven supporting surfaces, and dynamic motion regimes. The study is conducted as a systematic review and analytical synthesis of scientific publications focused on tracked system dynamics, contact interaction, slippage, and the design and operating principles of tensioning devices. Particular attention is given to interpreting slack as a systemic state arising from disruption of force transmission and loss of contact continuity within the tracked contour, as well as to analyzing the relationship between tension, its fluctuations, and motion stability. A comparative analysis of existing tension regulation approaches is carried out, including mechanical, hydraulic, and active systems, along with an assessment of their ability to ensure stable force transmission under real operating conditions. It is established that the isolated application of fixed tension does not prevent slack under dynamic disturbances, as it fails to account for variability in contact conditions and loads. An original model of automatic chain tensioning is proposed, reflecting the transition from maintaining a preset parameter to controlling the system state. The model is based on limiting tension variability, evaluating the current state of the tracked contour, and adaptive regulation considering motion conditions and interaction with the supporting surface. The findings make it possible to conceptualize the stability of a tracked transmission as a systemic property determined by the coordination of force transmission, contact mechanics, and dynamic processes. The article may be useful for researchers in transport systems and mobile robotics, as well as for specialists involved in the design and operation of tracked vehicles in challenging environments.*

Keywords: *slack; tension; track; load; contact; motion; stability; control.*