

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СРЕДСТВА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ЧЕРЕЗ ВОДНУЮ ПРЕГРАДУ

***Игнатович Никита Сергеевич**, аспирант*

*Кафедры «Механизации и автоматизации дорожно-строительного
комплекса»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
nik.ignat.22@bntu.by*

***Вавилов Антон Владимирович**, д.т.н., профессор кафедры*

«Механизации и автоматизации дорожно-строительного комплекса»

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
avavilov@bntu.by*

В работе представлена теоретическая разработка конструкции экспериментальной установки для исследования процесса транспортирования стальных канатов через водные преграды. Автором проведен анализ существующих решений, выявлены их недостатки и предложена модернизированная схема испытательного стенда с возможностью комплексного воздействия коррозионных сред и низких температур. Теоретически обоснована возможность сокращения времени испытаний более чем в 3 раза при сохранении достоверности результатов. Предложенная конструкция имеет практическую значимость для повышения надежности стальных канатов в дорожно-строительной технике Республики Беларусь.

Ключевые слова: экспериментальная установка, стальной канат, водная преграда, коррозионная среда, теоретическая разработка.

В современных условиях эксплуатации дорожно-строительных машин особое внимание уделяется надежности гибких элементов приводов, таких как стальные проволоочные канаты. Как показывают исследования Абрамова А.Н. и соавт., в реальных условиях эксплуатации канаты подвергаются комплексному воздействию механических нагрузок, коррозионно-активных сред и низких температур, что существенно снижает их ресурс [1, с. 195]. Стандартные методики испытаний, регламентированные ГОСТ 2387-80, не обеспечивают моделирования этих факторов, что приводит к расхождению лабораторных и эксплуатационных данных [4, с. 3].

Проведенный автором анализ существующих экспериментальных установок выявил следующие недостатки: большинство пробегных машин

(например, описанных в работе [2]) позволяют исследовать влияние только одного фактора (либо коррозионной среды, либо низких температур), что не отражает реальных условий эксплуатации. Кроме того, как показали исследования Крамера О.Л. и Головина В.П. [3], современные установки не обеспечивают исследования процесса транспортирования каната именно через водную преграду с учетом геометрических особенностей.

В настоящей работе автором предложена теоретическая модель экспериментальной установки, которая интегрирует возможности существующих решений и устраняет выявленные недостатки. При разработке конструкции были учтены следующие аспекты: во-первых, теоретически обоснована необходимость совместного воздействия коррозионной среды и низких температур; во-вторых, предложена оригинальная система крепления образца, имитирующая водную преграду; в-третьих, разработана методика расчета параметров установки с учетом требований ГОСТ 2387-80.

Основой конструкции послужила пробегная машина, описанная в работе [1], однако автором существенно модернизирована система воздействия внешних факторов. На рисунке 1 представлена схема разработанной установки.

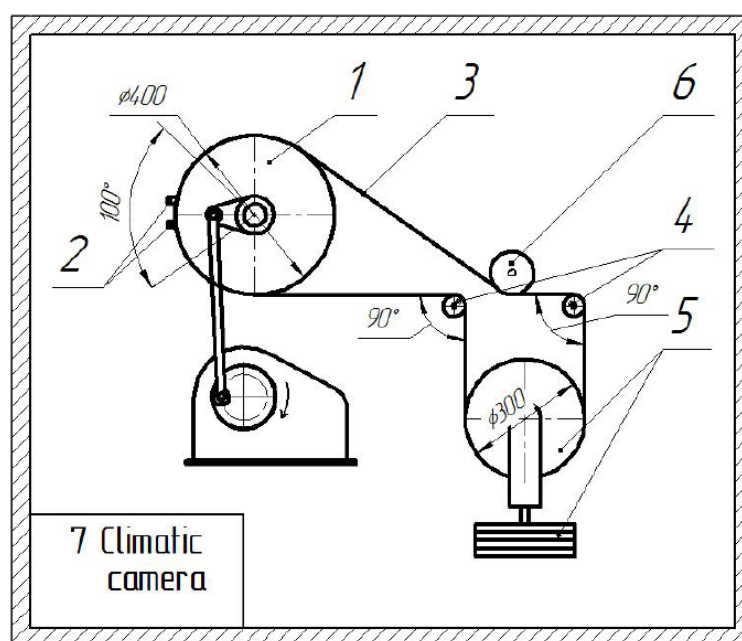


Рисунок 1 – Схема испытаний канатов на выносливость (источник: [3, рис. 1]): 1 – ведущий барабан, 2 – зажимы для крепления образца каната, 3 – образец каната, 4 – сменные ролики, 5 – грузовой ролик, 6 – направляющий ролик, 7 – климатическая камера.

В отличие от прототипа, автором предложено использовать модифицированную систему направляющих роликов (поз. 6), которая позволяет имитировать геометрию водной преграды с регулируемым углом наклона от 0° до 45° . Это принципиальное отличие позволяет исследовать особенности трения и износа каната именно на входе в водную среду, что особенно актуально для дорожно-строительных механизмов. Кроме того, автором разработана система подачи коррозионно-активной среды, которая обеспечивает не полное погружение образца (как в прототипе), а направленную подачу жидкости непосредственно на зону входа каната в водную среду.

Методология исследования включала анализ научной литературы, патентных материалов и нормативных документов по теме исследования. Автором разработаны математические модели для определения основных параметров установки. Расчеты подтвердили необходимость применения электродвигателя мощностью 1,5 кВт для обеспечения заданных параметров (скорость 120 колебаний/мин, длина хода 350 мм). Геометрические параметры сменных роликов определены в соответствии с требованиями ГОСТ 2387-80 с учетом диаметра испытуемого каната (5,6 мм). Для обеспечения изгиба на 90° при минимальном напряжении в проволоках каната автором предложен диаметр роликов 56 мм.

Теоретические исследования показали, что предложенная конструкция позволяет моделировать реальные условия эксплуатации канатов в дорожно-строительной технике при преодолении водных преград. В отличие от существующих аналогов, разработанная установка обеспечивает одновременное воздействие низких температур (от -70°C до $+60^\circ\text{C}$) и коррозионно-активной среды непосредственно на зону входа каната в водную среду.

Анализ эффективности показал, что использование предложенной конструкции позволит сократить время испытаний более чем в 3 раза по сравнению со стандартной методикой. Это достигается за счет комплексного воздействия факторов, ускоряющих накопление усталостных повреждений, оптимизации базы испытаний при сохранении статистической достоверности результатов и автоматизации процесса контроля параметров испытаний.

Сравнительный анализ с существующими установками показал преимущества предложенного решения по функциональным возможностям,

включая возможность исследования различных типов канатов при температурах от -70°C до $+60^{\circ}\text{C}$ с точностью измерений до $\pm 5\%$.

В результате теоретических исследований разработана конструкция экспериментальной установки для исследования процесса транспортирования стальных канатов через водные преграды. Предложена модернизированная конструкция с оригинальной системой крепления и подачи коррозионной среды, разработаны математические модели для расчета параметров установки, теоретически обоснована возможность сокращения времени испытаний более чем в 3 раза. Практическая значимость работы заключается в возможности использования разработки для повышения надежности стальных канатов в дорожно-строительной технике Республики Беларусь, эксплуатирующейся в условиях повышенной влажности и водных преград.

Литература:

1. Абрамов А. Н., Шолом В. Ю., Крамер О. Л., Головин В. П. Стендовые ресурсные испытания стальных канатов // *Letters on Materials*. 2020. Т. 10, № 2. С. 195–199. <https://doi.org/10.22226/2410-3535-2020-2-195-199>
2. Шолом В. Ю., Крамер О. Л., Головин В. П., Корнилова О. П., Абрамов А. Н., Вагапов Р. Ф. Влияние смазочного материала на износостойкость стальных канатов, эксплуатирующихся в коррозионно-активных средах // *Letters on Materials*. 2021. Т. 11, № 2. С. 125–128. <https://doi.org/10.22226/2410-3535-2021-2-125-128>
3. Шолом В. Ю., Крамер О. Л., Головин В. П., Абрамов А. Н., Вагапов Р. Ф. Методы испытаний низкотемпературных свойств смазочных материалов для канатов // *Letters on Materials*. 2021. Т. 11, № 2. С. 187–191. <https://doi.org/10.22226/2410-3535-2021-2-187-191>
4. ГОСТ 2387-80. Канаты стальные. Метод испытания на выносливость. Введ. 1982-01-01. М. : Издательство стандартов, 1980. 4 с.