



## НОВОЕ УРАВНЕНИЕ ТРЕНИЯ ГИБКИХ ТЕЛ В ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН С ГИБКИМ ТЯГОВЫМ ОРГАНОМ



### Николай Лубенец

доцент кафедры транспортных систем  
и технологий

Национальный горный университет, Украина

[lubenets\\_tatyana@ukr.net](mailto:lubenets_tatyana@ukr.net)

Развитие цивилизации опирается на действующие законы естествознания, открытие которых являются конечной задачей науки. Они обуславливают уровень образования специалистов и качество научных исследований, способствуют развитию машиностроения и созданию машин нового поколения, совершенствованию технологии производства, повышению его эффективности и надежности.

В настоящее время на горных предприятиях для транспортирования основных и вспомогательных грузов широкое применение нашли стационарные транспортные машины с гибким тяговым органом (гибким телом). К указанным машинам относятся: ленточные конвейеры, шахтные напочвенные дороги и подъемные машины, подвесные дороги и др.

Эффективная эксплуатация указанных машин невозможна без прогнозирования их тяговой способности и обоснования рациональных режимов работы, что осуществляются в соответствии с действующим законом трения гибких тел – уравнением трения гибких тел Эйлера (1775 г.) по усилию натяжения гибкого тела на одном из контактов с приводным блоком при скольжении. Однако оно не согласуется с практикой.

Уточнению уравнения трения гибких тел посвящались работы выдающихся ученых в мире на протяжении столетий, в том числе сотрудников Национального горного университета, Днепропетровского национального университета, Института геотехнической механики НАН Украины и др. Все же ошибкой было считать, что для идеального гибкого тела известное уравнение является правильным.

Проведенный анализ результатов научных исследований свидетельствует о том, что уравнение Эйлера не отвечает представлениям философов и ученых о

трении: труды Аристотеля, авторов законов трения тел Леонардо да Винчи, Амонтона, самого Эйлера и Кулона и др. Уравнение в обобщенном виде не содержит общепризнанных факторов трения тел – нормальной реакции между телами и не подтверждает ее линейной связи с силой трения посредством коэффициента трения. Также уравнение не отвечает фундаментальным условиям равновесия механической системы, господствующему закону трения тел Кулона и современной редакции закона сохранения механической энергии в замкнутой механической системе, которые введены после выводов Эйлера.

Поэтому, нами в рамках консервативной механической системы аналитическим методом Эйлера, использующим дифференциальные уравнения равновесия, получено новое решения его классической задачи о скольжении гибкого тела по неподвижному блоку, которое учитывает современные знания о трении тел и сохранении механической энергии.

Новое уравнение трения гибких тел согласуется с данными практики и преодолевает недостатки, присущие уравнению Эйлера. Оно отвечает представлениям философов и ученых о трении, сложившимся на протяжении столетий – опосредованно содержит общепризнанную «нормальную реакцию» и «силу трения», линейно связанные между собой посредством коэффициента трения.

Следовательно, для реализации приводным блоком заданного тягового усилия необходимо обеспечить достаточную нормальную реакцию между гибким телом и блоком или суммарное усилие его натяжения на приводном блоке.

Таким образом, новые уравнение трения гибких тел восстанавливают традиционное представление о прямом влиянии на «силу трения» «нормальной реакции» между телами и подтверждают их линейную связь между собой. Выведенное уравнение совпадает с господствующим законом трения тел Кулона, который представляется как общий закон о трении и распространяется на все тела, включая гибкие.

На основании нового уравнения трения гибких тел обоснован метод расчета ленточных конвейеров, который впервые отвечает условиям равновесия механической системы и сохранения механической энергии в замкнутой механической системе, что способствует повышению эффективности их эксплуатации.