

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОХОДИМОСТИ КОЛЕСНЫХ МАШИН В СЛОЖНЫХ ДОРОЖНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ПУСТЫНЬ И ВЫСОКОГОРЬЯ

Иш, чечими табигый-техникалык илимдердин фундаменталдык-колдонмо негиздерин комплекстүү пайдаланууда жана түрдүүчө дайындалыштагы таканчык элементтердин өз-ара аракеттенишүү процессинде күчтүк жана кинематикалык параметрлердин өзгөрүү закон ченемдүүлүктөрүн орнотуу боюнча системалык изилдөөлөрдүн результаттарын чөлдөгү жана бийик тоолуу татаал жолдук-климаттык шарттарда дөңгөлөктүү машиналардын өтүмдүүлүгүн жогорулатуу маселесин карайт.

Работа рассматривает задачи повышения проходимости колесных машин в сложных дорожно-климатических условиях пустынь и высокогорья, решение которой осуществимо при комплексном использовании фундаментально-прикладных основ естественно-технических наук и результатов системных исследований по установлению закономерностей изменения силовых и кинематических параметров в процессе взаимодействия опорных элементов различного назначения. Отмечаются результаты экспериментальных исследований с использованием нетрадиционных подходов и специального стенда.

The work consider improving patency of wheeled vehicles in difficult road and climatic conditions of Deserts and high mountains, where feasible, with integrated use of fundamentally-oriented foundations of natural science and the results of system research on the patterns of change of power and kinematic parameters during the interaction of pillars. There are results of experimental studies using innovative approaches and special booth.

Мировая по масштабности научно-исследовательская практика, основные этапы которой обобщены в работах /1-20/, свидетельствует о том, что условия и режимы работы колесных автотранспортных средств существенно зависят от дорожно-климатических условий их эксплуатации. Это в полной мере относится к центральноазиатскому региону, поскольку он является обширной областью со значительно пересеченным рельефом и резко континентальным климатом. Вполне естественно, что в условиях пустынь и гористой местности большинство дорог не имеет твердых покрытий, а в условиях гор к тому же имеется значительное количество затяжных подъемов, спусков, криволинейных развязок с существенным перепадом температур, частым изменением погодных условий, атмосферных давлений требуется повышенная

эксплуатационная надежность всех компонентов, узлов и ходовых характеристик колесных машин.

Все перечисленное, прежде всего, относится к их проходимости, поскольку в пустынных и высокогорных местностях большая часть перевозок населения, различных грузов и продуктов питания осуществляется колесным автотранспортом, как правило, в сложных дорожно-климатических условиях, а к тому же еще часто и по пересеченной местности с рыхло-сыпучим (несвязным) покровом. В этой связи проблема повышения проходимости колесных машин, эксплуатируемых в упомянутых условиях, является актуальной международной проблемой. Как показывают широкомасштабные исследования /5-9/, ее успешное решение осуществимо лишь при комплексном использовании фундаментально-прикладных основ естественно-технических наук и результатов системных исследований: во-первых, по установлению закономерностей изменения силовых и кинематических параметров в процессе взаимодействия опорных элементов различного назначения с рыхло-сыпучими подстилающими средами; во-вторых, по последующему использованию системных данных для решения различных прикладных задач и, прежде всего, установлению наиболее приемлемой конфигурации рабочей части движителей, которая способствовала бы повышению проходимости колесных машин в сложных дорожно-климатических условиях пустынь и высокогорья.

С учетом изложенного важными являются установление закономерностей контактного взаимодействия опорно-подпорных элементов различного назначения с несвязными средами и выработка рекомендаций по управлению кинематикой смещения частиц, силовых параметров и напряженно-деформированного состояния в локальной области контакта. При этом, исходя из существующих технических средств и движительного аппарата биологических особей, обитающих на местности с рыхло-сыпучим покровом, были подготовлены опоры с различной конфигурацией рабочих частей /6-11/. Здесь выпуклая поверхность опоры в хорошем приближении моделирует работу колесных движителей, трубопроводов и специальных крепей, взаимодействующих со слабыми грунтами и рыхло-сыпучими горными породами. Опоры, имеющие плоскую форму контактной части, являются моделями движителей колесных машин в приспущенном состоянии, оснований шахтных целиков, строительных колонн, фундаментов инженерных сооружений и звеньев гусениц тракторной техники. Что же касается опорных элементов со сферической (вогнутой) формой и наклонными выступами по внутреннему периметру контактной поверхности, то они моделируют работу нижнего основания стопы животных, обитающих на местности с рыхло-сыпучими и слабыми грунтами (пустыни, высокогорье).

Результаты экспериментальных исследований с использованием нетрадиционных подходов и специального стенда /2, 17/ свидетельствуют о том, что при взаимодействии опор, имеющих выпуклую рабочую часть, составляющие частицы несвязной среды уже на начальном этапе нагружения интенсивно перемещаются во всех направлениях при одновременном выходе на внешнюю кромку. По сравнению с этим, при взаимодействии плоских элементов с тем же рыхло-

сыпучим грунтом в развитии механики явлений наблюдается многофазность. Здесь после завершения периода сближения наступает первая фаза. При дальнейшем силовом контактировании и с началом образования зон смещения большого количества составляющих частиц наступает вторая фаза. По мере ее развития нарушается линейная зависимость между аксиальным внедрением опоры в несвязную среду и изменением силовых параметров. Переориентация траекторий частиц с горизонтального направления к дневной поверхности несвязной среды свидетельствует о начале третьей фазы. Такая кинематика смещения частиц зарождается, а затем существенно нарастает у краев плоских элементов опорных устройств.

Характер развития описанных явлений, как показывает опытная практика, зависит от исходной плотности рыхло-сыпучих сред, соотношения геометрических размеров взаимодействующих объектов и степени шероховатости рабочих частей опор. При проведении известных мероприятий по повышению влияния внешнего трения (у колесных движителей это рифление) заметно снижается выход частиц к дневной поверхности несвязной среды и при этом возрастает ее мобилизационная способность. Упомянутые явления заметно интенсифицируются при условии создания вокруг плоской опоры заглубления и особенно пригрузки. В практических приложениях подобное может быть реализовано за счет варьирования конструктивных особенностей контактных частей опор. При этом сочетание заглубления с пригрузкой или использованием элементов, имеющих соответствующую конфигурацию рабочей поверхности, выполняет ту же роль, что и охватывающая часть упругих тел, бандажирование при эксплуатации составных элементов, а также колесные движители машин в приспущенном состоянии. Однако при эксплуатации автомобильного транспорта в условиях пустынь и высокогорья с преобладанием рыхло-сыпучих грунтов для повышения проходимости упомянутых мероприятий не всегда достаточно.

В процессе проведения системных исследований также установлено, что хотя несвязная среда и относится к материалам с раздельной зернистостью, но все же она обладает структурной прочностью и при этом существенно зависит от формы и степени шероховатости рабочей части опор, исходной плотности рыхло-сыпучего грунта, соотношения геометрических размеров взаимодействующих объектов, а также степени заглубления и пригрузки. Последнее наиболее заметно проявляется при практическом использовании моделей опор конечностей биологических особей, обитающих на местности с рыхло-сыпучим покровом. Благодаря такой форме основания стопы упомянутых особей при перемещении на местности с несвязным покровом реализуется эффект заглубления. Возникающая при этом пригрузка способствует уплотнению рыхло-сыпучей среды, в результате ее несущая способность заметно возрастает, поэтому при подобных условиях сайгаки и верблюды свободно передвигаются даже по самым сыпучим пескам.

Естественно, что по упомянутым причинам такие модели могут быть приняты за основу при разработке движителей с целью повышения проходимости колесных машин в сложных дорожно-климатических условиях пустынь и высокогорья. За развитием механики упругопластического контакта при упомянутых схемах взаимодействия целесообразно

проследить, используя результаты системных экспериментальных исследований. Как следует из опытных данных, в случае модели нижней части стопы копытных животных, контактирующей с несвязным грунтом, здесь, прежде всего, выявляется уравнивание всех сил, и их результирующая равна нулю. В математическом смысле эта точка особая. Проходящие через нее асимптомы делят контактную площадь опоры на четыре области. Причем во всех случаях на первой стадии развития кинематических явлений перемещения частиц рыхло-сыпучей среды и соответствующие им силовые составляющие реализуются в двух областях.

По мере же повышения действующих нагрузок в процессе передвижения копытных особей наблюдается завершение трансформирования упомянутых областей, в результате же наложения друг на друга реализуется более плотная единая область. В дальнейшем полностью сформированные таким образом области взаимодействуют со всем остальным объемом несвязного грунта. В результате его несущая способность под всей площадью контакта мобилизуется. Это происходит благодаря конфигурации опорной части и суммарного объема упомянутых выше областей. Что же касается напряженно-деформированного состояния, то его картина трансформирования сродни той, которая возникает от действия трех источников возбуждения. В начале более рельефно развивается кинематика смещения частиц рыхло-сыпучего грунта в краевых областях, а затем уже и под центральной частью опоры. Здесь же сосредотачиваются результирующие нагрузки. При этом краевые области препятствуют выходу частиц подстилающей среды из-под опорной части и, следовательно, создают условия, способствующие повышению ее несущей способности. Как следует из экспериментальных данных, подобные тенденции проявляются, но только заметно более рельефно, в случае взаимодействия сферической опоры с рыхло-сыпучим грунтом.

Кроме того, в продолжение изложенного нелишне отметить, что полученные в процессе системных исследований экспериментально-теоретические данные являются не только вкладом в дальнейшее совершенствование фундаментально-прикладных основ механики рыхло-сыпучих грунтов, но также свидетельствуют о том, что разработка мероприятий по снижению удельных давлений при взаимодействии опор различного назначения с несвязными средами не является, как это общепринято, единственным способом сохранения их исходного сложения, а следовательно, и мобилизационных характеристик. В то же время, если исходить из литературных сведений, обобщенных в работах /18, 19/, именно снижение удельных давлений служит единственным способом в решении проблемы управления механикой силового взаимодействия опорных устройств с рыхло-сыпучими грунтами. Такой традиционный подход базируется на том, что паспорт прочности упомянутых грунтов представляет собой линию, выходящую из начала координат. При этом размеры кругов осевого сжатия, растяжения и сдвига для несвязных сред равны нулевым значениям. Исходя из такого предположения считается, что они не могут сопротивляться каким-либо видам нагружения.

Однако, как следует из данных системных исследований /2, 10/, при условии использования опорных элементов с оптимальной конфигурацией их рабочих частей появляется возможность

создавать условия для мобилизации несущей способности рыхло-сыпучих грунтов или, наоборот, вызывать снижение их исходной прочности. Соответственно подобные выводы напрашиваются также и из объективной оценки огибающих к предельным кругам напряжений /20/. Последние свидетельствуют о том, что в случае неравномерного всестороннего сжатия несвязные среды приобретают способность сопротивляться внешним воздействиям. Кроме того, как уже отмечалось и на это нелишне еще раз обратить внимание, в развитии упомянутого процесса немаловажную роль играют исходная конфигурация рабочих частей опор, а также свойства рыхло-сыпучих грунтов, прочностные характеристики составляющих частиц и ряд других факторов. Все они в совокупности должны учитываться при разработке мероприятий по управлению развитием кинематики течения подстилающих сред, изменением силовых параметров и напряженно-деформированным состоянием в локальной области взаимодействия опорных элементов различного назначения с рыхло-сыпучими грунтами. Именно при подобном подходе, как показывает многолетняя опытная практика /14-17/, могут быть достигнуты положительные результаты в решении любых актуальных проблем прикладных задач современной науки и ее практических приложений, в том числе и эксплуатации транспортной техники в сложных условиях бездорожья пустынь и высокогорья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Свиденко В.Н. Приложение фундаментальных основ механики к повышению проходимости колёсных машин и эффективности работы опор инженерных сооружений на местности с несвязным покровом. – М.: ВИНТИ, 1991. 37 с. (Деп. №673 от 11 февраля 1991 г.).
2. Свиденко В.Н. Закономерности механики упругопластического контакта при больших конечных деформациях и их приложения. – Алма-Ата: ИММаш НАН РК, 1992. – 487 с.
3. Свиденко В.Н. Современные проблемы и научно-технические достижения трибомеханики и области их прикладного использования //Доклады Министерства науки-Академии наук Республики Казахстан. – 1997. – № 6. – С.10-16.
4. Свиденко В.Н. Исследования по механике несвязных сред для решения прикладных задач //Проблемы горных дорог. – Бишкек: КГУСТА, 1998. – С.58-69.
5. Свиденко В.Н., Картанбаев Р.С., Муралиев Д.Ж. Результаты исследований по совершенствованию фундаментально-прикладных основ механики несвязных сред //Труды Международной конференции «Геодинамика и напряженное состояние недр земли». – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999. – С. 167-172.
6. Свиденко В.Н., Муралиев Д.Ж. Кинематика смещения частиц несвязной среды при взаимодействии с вогнутым штампом //Материалы Международной конференции «Проблемы строительства и архитектуры на пороге XXI века». Часть 1. – Бишкек: КГУСТА, 2000. –С.133-135.
7. Муралиев Д.Ж., Свиденко В.Н. Результаты исследований кинематической картины при взаимодействии плоского штампа //Материалы Международной научно-практической

конференции «Современное состояние и перспективы развития строительной науки », Часть 1. – Бишкек: КГУСТА, 2000. – С.133-135.

8. Асанбеков Т.У., Переплётова М.А., Свиденко В.Н. Изменение кинематических параметров при силовом контакте круговых опор со сплошными и несвязными средами. //Материалы конференции «Современные технологии и управления качеством в образовании, науке и производстве». Часть 2. – Бишкек: КТУ, 2001. – С. 256-259.

9. Свиденко В.Н., Асанбеков Т.У. Механика взаимодействия движителей автотранспортных средств с рыхло-сыпучими грунтами высокогорья //Материалы Международной научно-практической конференции «Повышение эксплуатационной эффективности транспортных, строительно-дорожных машин и коммуникаций в горных условиях». Часть 2. – Бишкек: КГУСТА, 2001. – С. 219-224.

10. Свиденко В.Н., Асанбеков Т.У. Особенности контактного взаимодействия различных опорных поверхностей с подстилающими средами //Повышение эксплуатационной эффективности землеройно-транспортных машин в условиях высокогорья. – Бишкек: КГУСТА, 2002. – С. 386-392.

11. Свиденко В.Н., Асанбеков Т.У., Пархоменко Ю.П. К вопросу взаимодействия круговых опор с подстилающими средами //Материалы Международной научно-практической конференции «Повышение эксплуатационной эффективности транспортных, строительно-дорожных машин и коммуникаций в условиях высокогорья и жаркого климата». – Бишкек: КГУСТА, 2002. – С.386-392

12. Свиденко В.Н., Муралиев Ж.Ж., Асанбеков Т.У. К вопросу совершенствования фундаментально-прикладных основ механики сыпучих тел и их приложений //Труды Международной конференции «Современные концептуальные положения в механике горных пород». – Бишкек: Илим, 2002. – С. 209-213.

13. Свиденко В.Н. «Многоликая» механика и ее приложения //Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы естественно-технических наук, информационных технологий и управления на современном этапе». – Бишкек: КГУСТА, 2003. – С. 13-20.

14. Свиденко В.Н., Орунтаев Н.О., Асанбеков Т.У., Мясоедов А.Н. Концептуальные положения «многоликой» механики – фундаментальная основа для решения актуальных проблем современности //Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. Б.Тынышпаева. – 2006. – № 3 (40). – С.80-86.

15. Свиденко В.Н., Асанбеков Т.У., Орунтаев Н.О., Мясоедов А.Н. К вопросу дальнейшего совершенствования фундаментально-прикладных основ «многоликой» механики. //Известия Кыргызского государственного технического университета им.И.Раззакова. Том 2. – Бишкек: КГТУ, 2006. – С.331-338.

16. Свиденко В.Н. «Многоликая» механика – фундаментально-прикладная основа научно-технического прогресса // Вестник Кыргызского отделения Международной академии энергетики им.А.Эйнштейна. – 2007. – №1(5). – С.4-19.

17. Асанбеков Т.У. К вопросу силового взаимодействия круговых опор со сплошными и несвязными средами // Вестник Кыргызского отделения Международной академии энергетики им.А.Эйнштейна. – 2007. – №1(5). – С.39-48.

18. Зенков Р.Л. Механика насыпных грунтов. – М.: МАШгиз, 1952. – 251 с.

19. Материалы V Всесоюзного съезда по теоретической и прикладной механике. – Алма-Ата: Наука. – 627 с.

20. Протодьяконов М.М. Обобщенные уравнения к предельным кругам напряжений Мора //Исследования физико-механических свойств горных пород применительно к задачам управления горным давлением. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – С.31-42.