

Дубинин Евгений Александрович, к.т.н, доцент, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, dubinin-rmn@ukr.net

Полянский Александр Сергеевич, д.т.н., профессор, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, khadi.pas@gmail.com

Клец Дмитрий Михайлович, д.т.н., доцент, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "Харьковский авиационный институт",

d.m.klets@gmail.com

Плетнев Вячеслав Николаевич, аспирант, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

## **РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛОЖЕНИЯ КОЛЕСНЫХ МАШИН**

Обеспечение безопасности использования колесных машин в настоящее время требует современных подходов к оценке, обеспечению и повышению показателей их эксплуатационных свойств. Успешное решение вопросов обеспечения устойчивости положения машин во многом зависит от того, как учитываются требования к применению важнейшего принципа её оценки – комплексного и системного подхода [1-4]. Это обусловлено высокой степенью взаимосвязи факторов, влияющих на указанное эксплуатационное свойство и вызывает необходимость совершенствования самой концепции обеспечения устойчивости. Вопросам оценки и обеспечения устойчивости положения колесных машин посвящен ряд работ [5-9]. В настоящее время основное внимание уделяется созданию конструкций машин с высокими эксплуатационными свойствами.

Практическая реализация основных принципов комплексного подхода при обеспечении устойчивости положения на этапах жизненного цикла должна базироваться на последовательном решении ряда вопросов. Прежде всего необходимо определить причины низкой устойчивости на каждом этапе, определить насколько полно учтен в этом анализе зарубежный опыт проектирования, производства и эксплуатации подобных машин. При системном подходе к формированию и обеспечению устойчивости необходимо решить три основные задачи: обосновать и установить в виде норматива требуемый уровень устойчивости; минимизировать затраты времени и средств на проектирование, производство и эксплуатацию машин с требуемым уровнем устойчивости; обеспечить необходимые организационные мероприятия по обеспечению нормативов устойчивости в эксплуатации.

Таким образом, концепция обеспечения устойчивости положения колесных машин строится на основе комплексного подхода, который включает в себя:

– на стадии проектирования: определение понятия устойчивости положения, разработку теоретических основ на базе современных подходов и методов для повышения точности ее оценки и прогнозирования, создание конструкций с высокой устойчивостью положения и встроенных средств ее контроля (ВСК) с учетом отечественного и зарубежного опыта;

– на стадии производства: технологическое обеспечение качества изготовления систем и агрегатов машин, которые непосредственно влияют на устойчивость (тормозная система, рулевое управление, ходовая система и так далее), производство перспективных встроенных средств контроля, разработка новых и совершенствование существующих методов испытаний колесных машин на устойчивость;

– на стадии эксплуатации: совершенствование подходов к системе ”водитель-машина-дорожные условия” в виде соблюдения условий и правил эксплуатации машин на уклонах, обеспечение требуемого уровня контроля технического состояния агрегатов и систем, а также состояния водителя, влияющих на устойчивость.

При этом на протяжении этапов жизненного цикла машины идет формирование и обоснование системы параметров устойчивости положения, которые задаются как норматив для выполнения при эксплуатации с целью обеспечения безопасности использования (рис.1).

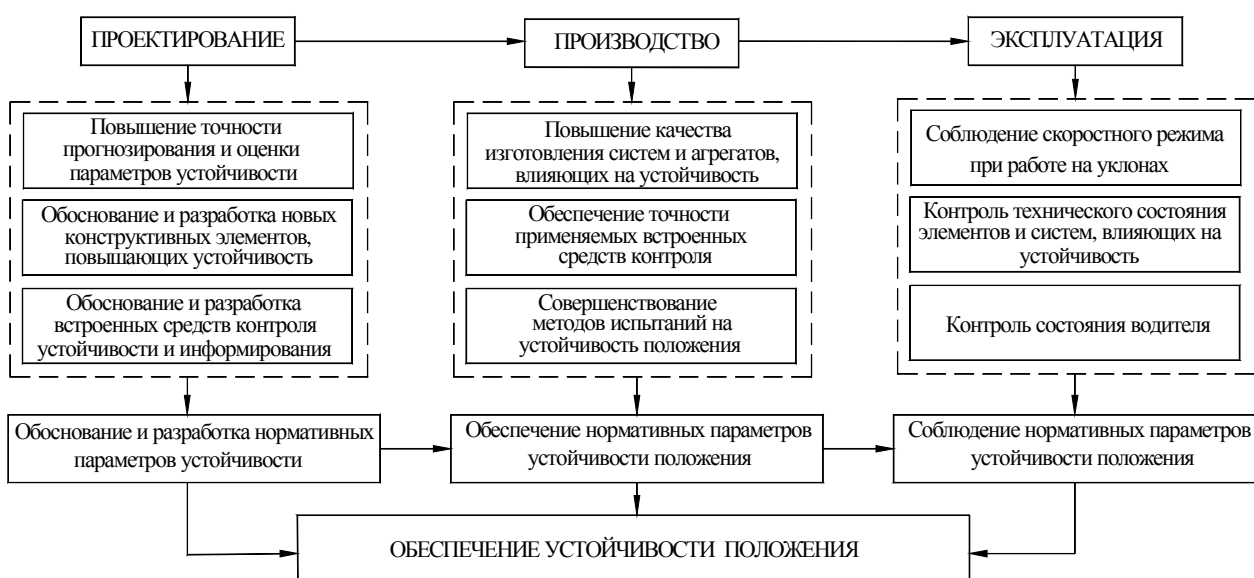


Рисунок 1 – Концепция обеспечения устойчивости положения как сложного эксплуатационного свойства

Нормативная база параметров устойчивости машины структурирована по этапам жизненного цикла. На этапе проектирования обоснование нормативов достижимых параметров устойчивости выполняется с учетом точности оценки, влияния элементов конструкции и встроенных средств контроля. На этапе производства нормативы этих параметров обеспечиваются путем повышения качества изготовления машины, применением ВСК и современных методов испытаний. В эксплуатации их поддержание обеспечивается за счет соблюдения скоростного режима при работе на уклонах, контроля технического состояния машины и состояния водителя.

Принципы разработки концепции при проектировании, производстве и эксплуатации основаны на системном, комплексном подходе, включающем

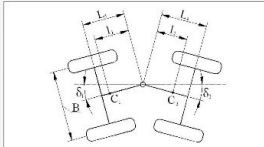
создание встроенных средств контроля. Современные колесные машины оснащены различными ВСК, в том числе и бортовыми компьютерами. С их помощью водитель, в режиме реального времени, может отслеживать большое количество параметров работы. Такие системы должны удовлетворять требованиям по надежности и достоверности отображаемой информации, обладать высокой эргономичностью при работе с ними. Немаловажной для конечного потребителя этих машин является величина затрат на установку и обслуживание систем, необходимость достаточной квалификации водителей при работе с ними. При этом современная система должна быть достаточно простой в эксплуатации, дешевой и надежной.

Для комплексной оценки и обеспечения устойчивости положения колесных шарнирно-сочлененных машин в режиме реального времени возможно применение программы SPSAV (Static Position Stability of Articulated Vehicles) (рис. 2а) и прибора контроля статических углов наклона (рис. 2б) [10], а также мобильного регистрационно-измерительного комплекса (МРИК) [11] (рис. 2в) с соответствующим программным обеспечением DPSAV (Dynamic Position Stability of Articulated Vehicles) (рис. 2г).

**Ввод исходных данных:**

Колея В, м	1,86	Расстояние от передней оси до шарнира L1, м	1,48
Высота центра масс hс1, м	1,04	Расстояние от задней оси до шарнира L2, м	1,38
Высота центра масс hс2, м	0,75	Расстояние от центра масс передней секции до шарнира П1, м	1,25
Угол поворота $\delta_1$ , град	15,0	Расстояние от центра масс задней секции до шарнира Л2, м	1,1
Угол поворота $\delta_2$ , град	15,0		
Радиус колеса статический Rст, м	0,6		
Радиус колеса свободный Rсв, м	0,8		

**РАСЧЕТ**



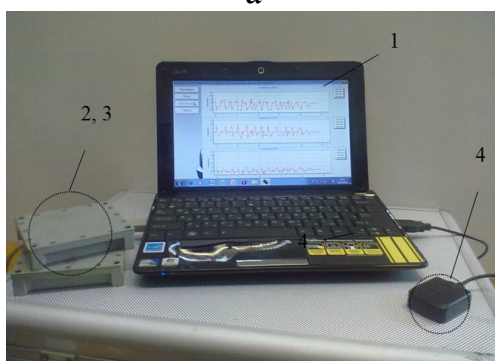
**Результаты расчета:**

Угол поперечной статической устойчивости передней секции $\alpha_1$ , град	32
Угол поперечной статической устойчивости задней секции $\alpha_2$ , град	46

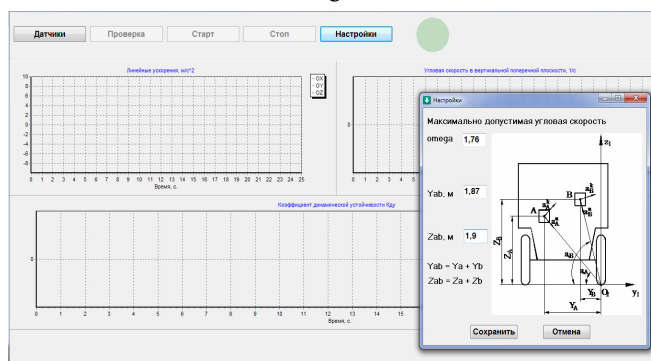
а



б



в



г

а – внешний вид экранной формы программы SPSAV; б – прибор контроля углов наклона машины; в – МРИК; г – внешний вид экранной формы программы DPSAV с окном настроек

Рисунок 2 – Средства контроля и обеспечения устойчивости положения  
 Эксплуатационные испытания шарнирно-сочлененных колесных тракторов с различными номинальными тяговыми усилиями подтвердили

необходимую точность оценки и быстродействие предложенных приборов и программного обеспечения для контроля и обеспечения устойчивости положения при движении в тяжелых дорожных условиях. При этом максимальная погрешность определения параметров колесных машин не превышала 4%.

## Литература

1. Беленький П.Е. Метод системного анализа в организации производственных процессов / П.Е. Беленький. – М.: Экономика, 1972. – 151 с.
2. Ковалева Л.Н. Многофакторное прогнозирование на основе рядов динамики / Л.Н. Ковалева. – М.: Статистика, 1980. – 102 с.
3. Флейшман Б.С. Основы системологии / Б.С. Флейшман. – М.: Радио и связь, 1982. – 368 с.
4. Полянский А.С. Формирование свойств надёжности автотракторных двигателей в гарантийный и послегарантийный периоды эксплуатации: дисс. д-ра техн. наук: 05.22.20 / Полянский Александр Сергеевич. – Харьков, 2004. – 381 с.
5. Джонс И.С. Влияние параметров автомобиля на дорожно-транспортные происшествия / И.С. Джонс. Пер. с англ. С.Р. Майзельс. Под ред. Р.В. Ротенберга. – М.: Машиностроение, 1979. – 208 с.
6. Кулько П.А. Прогнозирование показателей поперечной устойчивости автомобилей на поворотах / П.А. Кулько, А.П. Кулько, Т.А. Галицина // Известия ВолгГТУ. – 2010. – № 3 (10). – С. 58-61.
7. Поспелов Ю.А. Устойчивость трактора / Ю.А. Поспелов – М.: Машиностроение, 1966. – 247 с.
8. Мамити Г.И. Совершенствование расчета устойчивости трициклов / Г.И. Мамити, С.Х. Плиев, В.Б. Тедеев // Тракторы и сельскохозяйственные машины, № 11. – 2014. – С. 25-29.
9. Задорожня В.В. Підвищення безпеки використання колісних машин при виконанні транспортних робіт на поперечному схилі: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.20 „Експлуатація та ремонт засобів транспорту” / В.В. Задорожня. – Харків, 2014. – 20 с.
10. Полянский А.С. Повышение безопасности выполнения транспортных работ колесными средствами транспорта / А.С. Полянский, Д.М. Клец, Е.А. Дубинин, В.В. Задорожня, Н.М. Кириенко // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. – Lublin-Rzeszow: Polish Academy of Sciences, 2014. – Vol. 16, No. 7. – P. 125-130.
11. Пат. 51031 Україна, МПК G01P 3/00. Система для визначення параметрів руху автотранспортних засобів при динамічних (кваліметричних) випробуваннях / Подригало М.А., Коробко А.І., Клец Д.М., Файст В.Л.; заявник та патентовласник Харківський нац. автом.-дорожн. університет. – № u201001136; заявл. 04.02.10; опубл. 25.06.10, Бюл. № 12.