

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АГРОБИЗНЕСЕ  
ПРИРОДООБУСТРОЙСТВЕ И ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

**Диагностирование и регулирование углов  
установки колес автомобилей при помощи  
стенда Hofmann Geoliner 670 KIT LIFT**

Методические указания

для выполнения лабораторной работы

для студентов инженерно-технологического института  
очной и заочной формы обучения по направлению подготовки:

35.03.06 Агроинженерия

Брянская область

2018

УДК 629.33.027.4:681.3 (076)  
ББК 39.3:32.97  
Д 44

Диагностирование и регулирование углов установки колес автомобилей при помощи стенда Hofmann Geoliner 670 KIT LIFT: методические указания для выполнения лабораторной работы для студентов инженерно-технологического института очной и заочной формы обучения по направлению подготовки: 35.03.06 Агроинженерия / И. П. Адылин, В. П. Лапик, В. И. Самусенко, А. М. Гринь, И. В. Матальга. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. - 44 с.

Методические указания к лабораторной работе «Диагностирование и регулирование углов установки колес автомобилей при помощи стенда Hofmann Geoliner 670 KIT LIFT».

Лабораторная работа включает теоретическое изложение материала, описание методики проведения опытов и контрольные вопросы для самоподготовки.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторной работы по дисциплинам «ЭМТП» и «Диагностика и ТО машин» для студентов по направления Агроинженерия.

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института, протокол № 9 от 16 мая 2018 года.

Рецензент: Купреенко Алексей Иванович, доктор технических наук, директор инженерно-технологического института.

© Адылин И.П., 2018

© Лапик В.П., 2018

© Самусенко В.И., 2018

© Гринь А.М., 2018

© Матальга И.В., 2018

**Цель работы:** изучение причин, вызывающих изменение углов установки управляемых колес автомобиля в процессе эксплуатации, методов и практических приемов проверки углов установки управляемых колес.

**Оборудование:** диагностический 3D стенд Hofmann Geoliner 670 KIT LIFT, набор инструмента, справочник по регулировочным параметрам.

## **1 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ**

1 Пройти инструктаж на рабочем месте и расписаться в журнале.

2 По литературным источникам [1, 2, 3] изучить методы и оборудование для контроля и регулировки углов установки управляемых колес автомобилей, выполнить анализ точности и трудоемкости методов.

3 Изучить конструкцию стенда «3D стенд Hofmann Geoliner 670 KIT LIFT», ознакомиться с технологией контроля углов установки колес на стенде.

4 Измерить значения углов установки колес на конкретном автомобиле.

5 Сравнить полученные значения с нормативными, сделать выводы и заключение.

6 Составить отчет о лабораторной работе.

## **2 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ**

1 Работой подъемного механизма должен управлять один человек. Перед поднятием или опусканием автомобиля он должен предупредить окружающих о предстоящих действиях и убедиться, что никто не находится в опасной зоне (под автомобилем, в автомобиле и на подъемнике).

2 Запрещается выполнять какие-либо манипуляции с оборудованием стенда во время работы подъемного механизма.

3 После опускания автомобиля на козлочки или подставку

убедиться, что автомобиль занял устойчивое положение, а козлок надежно удерживает автомобиль в вывешенном состоянии.

4 После установки автомобиля на стенд во избежание его самопроизвольного перемещения затянуть стояночный тормоз и включить первую или вторую передачу.

5 Перед включением электронной части стенда в электрическую сеть убедиться в целостности вилки, розетки и проводов. В случае обнаружения неисправностей и повреждений немедленно доложить об этом преподавателю.

### 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Для обеспечения заданного направления движения автомобиля по прямой, возможности качения управляемых колес без скольжения во время поворота и автоматического возвращения их в среднее положение (движения по прямой при отпускании рулевого колеса водителем), а также для обеспечения возможности поворота колес с минимальным физическим усилием, управляемые колеса и шкворни поворотных цапф устанавливаются в определенном положении по отношению к геометрической оси автомобиля.

Основными параметрами установки передних колес автомобиля являются следующие параметры:

– угол развала колеса  $\alpha$  – угол между плоскостью колеса и прямой, перпендикулярной к плоскости дороги, измеряемый при установке колеса в положение для езды по прямой (рисунок 1а);

– угол поперечного наклона шкворня  $\beta$  – угол между вертикалью и проекцией оси шкворня на вертикальную плоскость, перпендикулярную к продольной оси автомобиля (рисунок 1а);

– угол продольного наклона шкворня  $\gamma$  – угол между вертикалью и проекцией оси шкворня на вертикальную плоскость, параллельную продольной оси автомобиля (рисунок 1б);

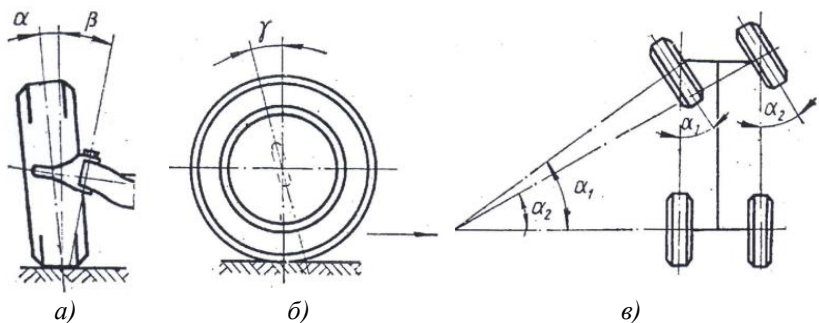


Рисунок 1 – Углы установки управляемых колес автомобиля: а) угол развала колеса  $\alpha$  и угол поперечного наклона шкворня  $\beta$ ; б) угол продольного наклона шкворня  $\gamma$ ; в) углы поворота колес при повороте автомобиля

– схождение колес  $\delta$  – разность расстояний между шинами (А - В), замеренная в горизонтальной плоскости, проходящей через центры обоих колес, установленных симметрично по отношению к продольной оси автомобиля (рисунок 2).

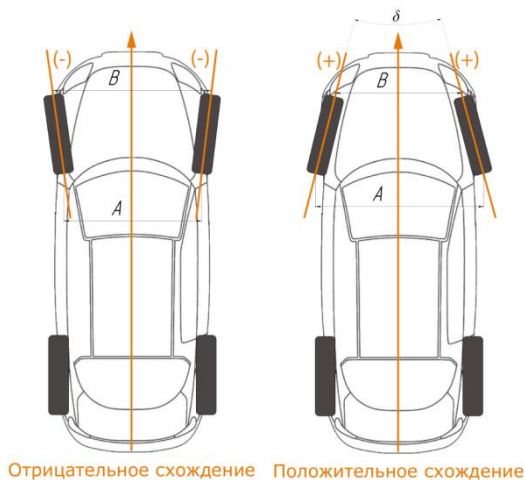


Рисунок 2 – Схождение управляемых колес автомобиля

Для обеспечения управляемости автомобиля важно выдерживать определенное соотношение углов поворота колес ( $\alpha_2$  – наружного

и  $\alpha_1$  – внутреннего). Это соотношение определяют при повороте одного из колес на угол, близкий к максимальному (20 или 25 °) (рисунок 1в).

В процессе эксплуатации автомобиля углы установки колес могут существенно изменяться. Это происходит вследствие различных причин: изнашивания шкворней и втулок поворотных цапф, втулок и пальцев рессор, подшипников колес; деформаций и потери упругости элементов рессорной подвески; изгиба и скручивания балки передней оси, деформаций и перекоса рамы; повреждения отверстий и шпилек крепления колес.

При отклонении углов установки управляемых колес от оптимальных ухудшается их стабилизация, затрудняется управление автомобилем, интенсифицируется изнашивание шин и увеличивается расход топлива.

Полный контроль и регулировка углов установки управляемых колес производится только на легковых автомобилях, имеющих независимую подвеску передних колес и шины с низким давлением воздуха. Для легковых автомобилей даже при небольших (15' - 20') отклонениях от нормы углов развала колес и наклона шкворня значительно ускоряется изнашивание шин и нарушается устойчивость автомобиля. У грузовых автомобилей проверяют и регулируют только схождение и предельные углы поворота колес. Углы наклона шкворня и развала колес могут измениться вследствие изгиба и скручивания балки передней оси, поэтому периодически проверяют геометрическую форму балки передней оси и при необходимости проводят ее правку.

Углы  $\alpha$  и  $\beta$  предназначены, в первую очередь, для уменьшения плеча  $H$  обката колеса вокруг оси поворота. При  $H_2 < H_1$ , уменьшается усилие поворота и облегчается управление автомобилем (рисунок 3).

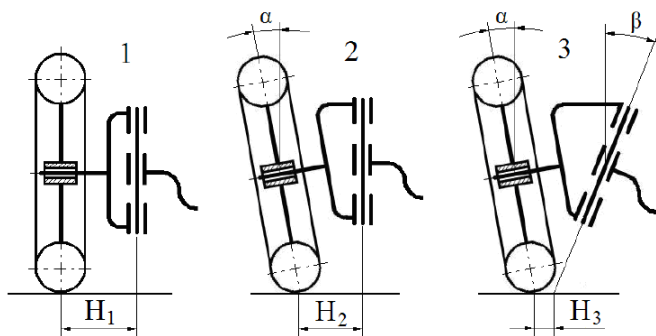


Рисунок 3 – Зависимость плеча обката  $H$  от углов установки управляемых колес: 1 – углы развала  $\alpha$  и поперечного наклона оси поворота  $\beta$  равны нулю; 2 – угол развала  $\alpha$  уменьшает плечо обката; 3 – угол поперечного наклона  $\beta$  оси поворотной стойки позволяет еще уменьшить плечо обката или даже свести его к нулю; кроме того, угол  $\beta$  обеспечивает статическую (весовую) стабилизацию колеса

При наличии угла  $\beta$ , поворот колеса сопровождается подъемом передней части автомобиля, которая стремится возвратиться в исходное положение, возвращая колеса для движения по прямой. Однако при качении колес с развалом, они, как усеченные конусы, стремятся разойтись в разные стороны (рисунок 4).

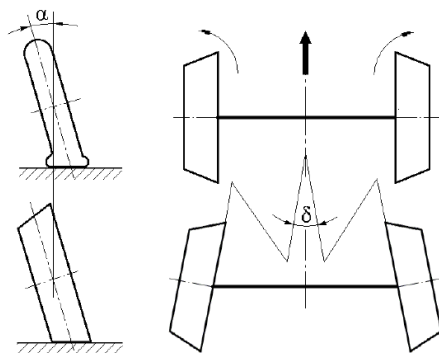


Рисунок 4 – Увод колеса в результате развала и компенсация увода сходимением

Для компенсации этого увода колеса устанавливаются с некоторым схождением (угол  $\delta$ ). Таким образом, угол  $\delta$  связан с углом  $\alpha$ : чем больше  $\alpha$ , тем больше должен быть  $\delta$ .

Угол  $\gamma$  предназначен для динамической стабилизации колеса (принцип ролевого колеса). Благодаря этому углу, при движении автомобиля плоскость вращения колеса всегда совпадает с направлением силы сопротивления качению.

В процессе эксплуатации регулируются углы  $\delta$  (грузовой автомобиль);  $\alpha$ ,  $\delta$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  (легковой автомобиль). Эти углы задаются в угловых градусах или в миллиметрах дуги, измеренных при определенной длине радиуса.

Требуемые значения углов установки управляемых колес определяются путем длительных заводских испытаний и в процессе эксплуатации автомобиля должны поддерживаться в заданных пределах. При правильной установке углов управляемых колес автомобиль автоматически удерживает направление движения по прямой, обеспечиваются качение управляемых колес без скольжения и минимальный износ шин, минимальное усилие на ободу рулевого колеса и наименьшие потери на преодоление сил трения качения.

При повороте автомобиля управляемые колеса катятся по разным радиусам и должны иметь разный угол поворота. Внутреннее колесо имеет больший угол, а внешнее – меньший (рисунок 5). Такое соотношение углов обеспечивает рулевая трапеция. Нарушение соотношения углов вызывает при повороте скольжение колес относительно опорной поверхности, что влечет за собой ухудшение управляемости автомобиля и повышенный износ шин.

Контроль и регулировка углов установки управляемых колес и соотношения углов их поворота осуществляются с помощью специальных стендов.



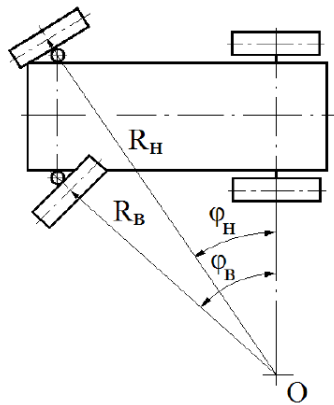


Рисунок 5 – Схема поворота автомобиля:  $R_B, R_H$ ;  $\varphi_B, \varphi_H$  – соответственно, радиусы и углы поворота внутреннего и наружного управляемых колес;  $O$  – центр поворота

При разработке автомобиля вначале определяется расчётное положение. Это положение описывается системой осей координат X-Y-Z (рисунок 6).

При этом оси Z и X проходят через центр передней подвески, ось Y в большинстве случаев проходит точно через центры передних колёс. Расчётное положение соответствует положению автомобиля при номинальной установочной высоте расположения кузова.

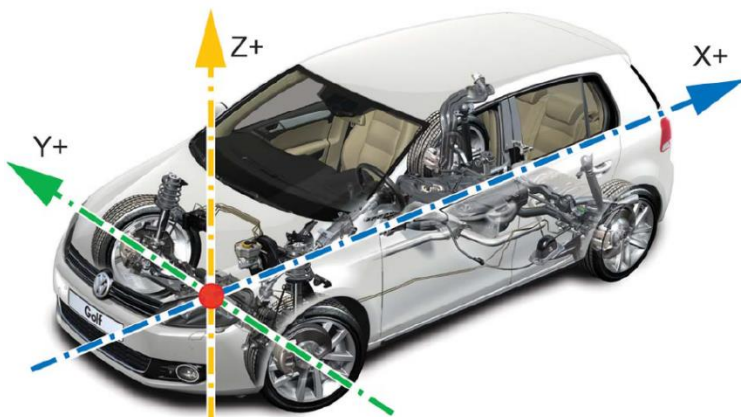


Рисунок 6 – К определению расчётного положения

Все номинальные значения, указанные производителем автомобиля, относятся к расчётному положению.

Таким образом, при определении и сравнении данных в процессе проверки углов установки колёс всегда учитывается расчётное положение.

Установочная высота, или высота уровня оказывает решающее влияние на результаты проверки углов установки колёс. На неё влияет загрузка, степень заправки топливного бака или других ёмкостей с жидкостью, а также перепад температур, вследствие чего могут изменяться такие параметры ходовой части, как развал, схождение и угол продольного наклона оси поворота управляемых колёс.

#### **4 КЛАССИФИКАЦИЯ СТЕНДОВ ДЛЯ РЕГУЛИРОВКИ РАЗВАЛА/СХОЖДЕНИЯ КОЛЕС АВТОМОБИЛЕЙ**

Стендом для регулировки развал/схождения называется устройство, предназначенное для правильного расположения автомобильных колес.

Не параллельное расположение колес позволяет существенно упростить управление автомобилем, снизить усилие на руле, уменьшить износ шин. На сегодняшний день существует единая классификация стендов развал схождения, которая позволяет быстро разобраться в отличиях одной модели от другой.

Стенды для регулировки углов управляемых колес (УУК) можно подчинить следующей классификации:

- оптические;
- лазерные;
- компьютерные.

*Оптические* стенды осуществляют измерение схода-развала путем проецирования на экраны с угловой и линейной шкалой светового пучка из оптических трубок, которые закреплены на дисках колес. Это первые стенды, которые служили для регулировки УУК.

Минусы: Измерение и регулировка только основных УУК. Регулировка передней оси без учёта положения задней оси, длительное время измерения и регулировки УУК.

На **лазерных** стендах измерение производится путем проецирования узконаправленного лазерного луча, что позволяет получать более точные данные, по сравнению с результатами измерений оптическим оборудованием. Лазерные стенды схода развала способны замерять данные по двум осям. Однако сегодня объемы их использования также сокращаются, как и оптических, поскольку лазерные (как и оптические) стенды уступают по точности измерения компьютерным аналогам.

В **компьютерных** системах, на измерительных датчиках (ИД) стенда, размещаются определённые датчики, которые и предоставляют данные о величине углов развала-схождения. От этих базовых величин рассчитываются все УУК. Эта информация передаётся на компьютер или плату (различными способами, которые мы рассмотрим позже), которые оформляет ее в виде графиков и диаграмм. Существуют следующие виды компьютерных стендов, различающихся типом головок, и способом их сообщения с системой:

- кордовые;
- инфракрасные;
- гибридные;
- 3D;
- 4D;
- бесконтактные.

### ***Кордовые.***

1. Связь между ИД (а равно передача данных) осуществляется, посредством резинок (кордов). Таким образом, они сообщают друг другу углы колёс по схождению.

2. Связь между ИД и персональным компьютером, осуществляется посредством кабелей. Т.е. от головок к компьютерной стойке проложены кабели. В стойке, кабели подключаются к интерфейсной плате (плата согласования, плата ИВ, её название может быть различным у каждого производителя). Интерфейсная плата преобразует сигнал в приемлемый для персонального компьютера (РС) и сервисной программы и передаёт его.

Схема подключения кабелей от головок к РС может быть параллельная или последовательная.

Параллельная: от каждой головки проложен кабель к интерфейсной плате.

Последовательная: от задней головки кабель подключается к передней, а уже от передней к интерфейсной плате.

3. ИД, который крепится на колесо посредством колёсного захвата (краба). В нём имеется:

а) простой механический потенциометр, который имеет «язычок», к которому крепится резинка (корд). Этот потенциометр «показывает» продольное или поперечное схождение (смотря где установлен). Т.е. связь передняя – задняя головка (продольное схождение), и между задними или передними головками (поперечное схождение).

б) гравитационный датчик (инклинометр), который отслеживает уровень ИД к вертикали. Т.е. измеряет развал.

в) В некоторых моделях, может быть установлен ещё один гравитационный датчик. Он отвечает за измерение уровня продольного наклона ИД.

Данная версия компьютерного оборудования, является наиболее ранней. В настоящее время кордовые стенды всё ещё используются и выпускаются некоторыми производителями, в угоду потребностям клиента, т.к. дешевле, чем стенды, в которых больше электронных компонентов. Как правило имеют более простое программное обеспечение (ПО) с низким функционалом. В частности - измерения

геометрии осей, измерения и регулировки доп. углов, регулировки с вывешенной осью и прочих приятных процедур, которые облегчают работу мастера.

Минусы: Кабели и резинки под ногами. Высокие требования к натяжению резинок. Быстрый износ механических потенциометров, в результате чего падает точность измерений. Отсутствие з\ч, проблема с обновлением базы данных по а\м, простейшее ПО.

Плюсы: Кордовые стенды привлекательны низкой ценой и простотой.

### ***Инфракрасные (CCD).***

1. Связь между датчиками осуществляется посредством инфракрасной связи. В каждой головке установлена CCD камера, которая имеет ИК-излучатель и камеру. Сигнал посылается ИК-диодом на «соседний» ИД, не видимый для человеческого глаза. Камера «соседнего» ИД принимает этот сигнал, и по нему определяет положение «соседа».

2. Связь между датчиками и РС осуществляется:

а) Через кабели.

Минусы: Кабели под ногами, обрыв, замыкание, вследствие этого «сгорают» платы интерфейса и датчиков. Платы очень дорогие!

Плюсы: В некоторых моделях питание головок осуществляется по кабелям.

б) Через Радио-связь. В РС-стойке установлена радио-плата приёма сигнала с антенной. В передних датчиках установлены радио-платы передачи сигнала. Данный вид связи был переходным, пока не появился Bluetooth.

Минусы: Очень уязвимая, чувствительна к помехам. Существовала не долго. На каждый датчик установлен АКБ. Примерно один раз в год, требуют замены.

Плюсы: Нет кабелей под ногами, что исключает их замену и замыкание.

в) Через Bluetooth. В USB-разъём РС вставлен bluetooth-приемник. В головках имеется есть блютуз-модуль. Очень устойчивая связь.

Минусы: На каждый датчик установлен АКБ.

Плюсы: Очень устойчивая связь. Нет кабелей под ногами, что исключает их замену и замыкание.

3. ИД имеет в себе:

а) Первый гравитационный датчик (инклинометр). Отслеживает уровень датчика к вертикали. Определяет развал и всё, что с ним связано.

б) Второй гравитационный датчик (инклинометр). Отслеживает продольный наклон. В некоторых «бюджетных» стендах может отсутствовать. Что не исключает измерение кастера.

в) ССD-камеру. В каждой головке установлена ССD камера, которая имеет ИК-излучатель и камеру. Сигнал посылается ИК-диодом на ССD-камеру другой головки. Сигнал не видимый для человеческого глаза. Легко определяется цифровой камерой. Данным девайсом осуществляет отслеживание схождения, расстояние между другими камерами, передачу информации между датчиками. Определяет геометрию осей.

### ***Гибридные.***

Совмещает в себе технологии ИК (ССD) и 3D. На передних колёсах крепятся мишени, как у 3D, на задних колёсах ПОДы, почти, как у ИК-стендов. Отличие этих ПОДов от простых ССD-головок в том, что в торце расположены камеры, которые «видят» мишень на передних колёсах.

Представитель данных стендов, стенды PRISM. На данный момент стенды такого типа выпускает только концерн Снап-он, это их разработка. Может встретиться под брендом Hofmann (Geoliner 550) или Jhon Bean (Visualiner PRISM).

1. Связь между датчиками. От ПОДов посылается ИК-сигнал на мишени, мишени его отражают. Камеры получают отражённый сигнал и по нему определяют положение мишеней. Как у 3D. Между собой ПОДы обмениваются информацией, как в обычных ИК-стендах, через ССD-камеры.

2. Связь между датчиками и РС по Bluetooth.

3. ПОД имеет в себе:

а) Электронный инклинометр развала.

б) Плату блютуз-связи.

в) ИК-излучатель для отправки сигнала на мишени.

г) Камеру для приёма сигнала от мишени.

д) CCD-камеру для связи между ПОДами.

Некоторые другие компоненты.

Минусы: Не ремонтпригодность, по официальным заявлениям производителя! Замене подлежат только АКБ и платы связи. При выходе из строя ПОДа, (кроме АКБ и платы блютуз) придётся покупать новый. Стоимость около 2500 евро. Не такая удобная компенсация биения прокаткой, как у 3D.

Плюсы: Очень много. Цена ниже, чем у классического 3D стенда. Нет электронных датчиков на передних колёсах. Лёгкие и прочные мишени и ПОДы. Нет кабелей. Только 2 литиево-ионных АКБ, с большим сроком службы, долго держат зарядку. В версии Elite, позволяет измерять практически все УУК, как на элитных моделях 3D. Не критично расстояние спереди рабочего места. Ударостойкий инклинометр, потому что электронный.

### ***3D стенды.***

Данные стенды моделируют УУК  $\alpha$ м в трёхмерной проекции: угол по вертикали и угол по горизонтали из которых вычисляет расстояние от камер до мишени. Камеры «смотрят» на мишени и благодаря определённым меткам на данных мишенях, определяют УУК. На каждом колесе установлена мишень с геометрическими фигурами. Грубо говоря – зеркало. Перед  $\alpha$ м или в стороне (зависит от модели стенда), установлены камеры с ИК-излучателями. Излучатели посылают сигнал на мишень, он отражается от мишеней, камера его принимает, выдаёт данные на интерфейсную плату. Она этот сигнал преобразует в удобочитаемый формат для РС и ПО, ПО выдаёт картинку на экран с УУК.

1. Связь между головками. Здесь головок нет, только мишени. Соответственно она не нужна. Положение каждой мишени определяется ПО.

2. Связь между мишенями и РС. Через камеры с платой светодиодов.

3. Мишени выполнены из ударопрочного материала. Имеют определённые светоотражающие «пятна», которые служат для определения мишени в пространстве.

Минусы: Цена.

Плюсы: Множество. В зависимости от ПО могут измерять всевозможные углы, углубленная диагностика подвески. Минимум времени на измерение и регулировку. Для компенсации биения не нужно вывешивать а\м, достаточно его прокатить на 20-30 см., не нужно прокачивать подвеску, что актуально на тяжёлых авто и пр.

#### ***4D стенды.***

Это новейший тип стенда развал-схождения. На колёса а\м крепятся мишени, напротив каждой мишени (колеса) расположен блок с камерами, которые снимают изображение с мишеней и определяют УУК.

Минусы: Большая цена. Мало информации об их практическом использовании.

Плюсы: Минимальное время измерений. Prestижно.

#### ***Бесконтактные.***

Это новейший тип стенда развал-схождения. В таких системах не требуется дополнительного оборудования, размещаемого на колесах автомобиля. Машина просто въезжает на стенд, а все измерительные работы производятся полностью в автоматическом режиме. К подъемнику подключаются четыре датчика, которые свободно перемещаются вдоль автомобиля и производят дистанционное исследование углов установки колес по дискам. Данные стенды реализуются, но и продолжают разрабатываться.



Минусы: Большая цена. Мало информации об их практическом использовании. Капризные, требуют идеальной чистоты рабочего места, дисков колёс и их состояния.

Плюсы: Минимальное время для измерений. Нет датчиков на колёсах. Престижно.

## 5 СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Необходимо ознакомиться с устройством и принципом работы диагностического стенда Hofmann Geoliner 670 KIT LIFT, замерить углы установки управляемых колес легкового автомобиля, сделать соответствующие выводы по полученным результатам.

Результаты замеров углов установки колес свести в таблице 1, дать заключение о техническом состоянии автомобиля.

Таблица 1 – Сводная таблица углов установки колес

Параметр	Значение параметра	
	контрольное значение	фактическое значение
Биение колес, мм		
Угол развала колес, град		
Угол поперечного наклона шкворня, град		
Угол продольного наклона шкворня, град		
Схождение колес, мм		
Угол поворота наружного колеса при повороте внутреннего на 20°, град		



## 6 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

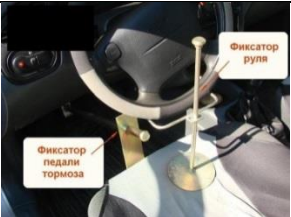



Проверка и регулировка углов управляемых колес должна соответствовать алгоритму, приведенному на рисунке 7. Это связано с тем, что углы установки колес тесно связаны друг с другом и установка каждого из них влияет на оставшиеся.

## 6.1 Устройство стенда Hofmann Geoliner 670 KIT LIFT

Стенд Hofmann Geoliner 670 KIT LIFT с изменяемой высотой камер предназначен для быстрого и точного определения и регулировки углов установки колес легковых автомобилей. Для проведения измерений сход-развала достаточно прокатить автомобиль вперед/назад и обратно. Опытному специалисту достаточно 1 мин. Данные в реальном времени программа получает на основании оцифровки изображений мишеней. При этом не требу калибровка, т.к. верность измерений зависит от относительного положения камер. Комплектность стенда представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Комплектность стенда Hofmann Geoliner 670 KIT LIFT

Наименование устройства		Количество, шт.
Подъемник балки с камерами (рабочая высота 0 – 2 м, см. поз. 1)		1
Поперечная балка с системой камер (левой и правой, см. поз. 2)		1

<p>PC с программой оператора, банком данных автомобилей, операционной системой Windows и устройством вывода, громкоговорители</p>		<p>1</p>
<p>ИК пульт дистанционного управления</p>		<p>1</p>
<p>Фиксатор рулевого колеса</p>		<p>1</p>
<p>Фиксатор тормозной педали</p>		<p>1</p>
<p>Передвижная стойка управления</p>		<p>1</p>
<p>Колесные зажимы 11" – 22" с мишенями-отражателями</p>		<p>4</p>

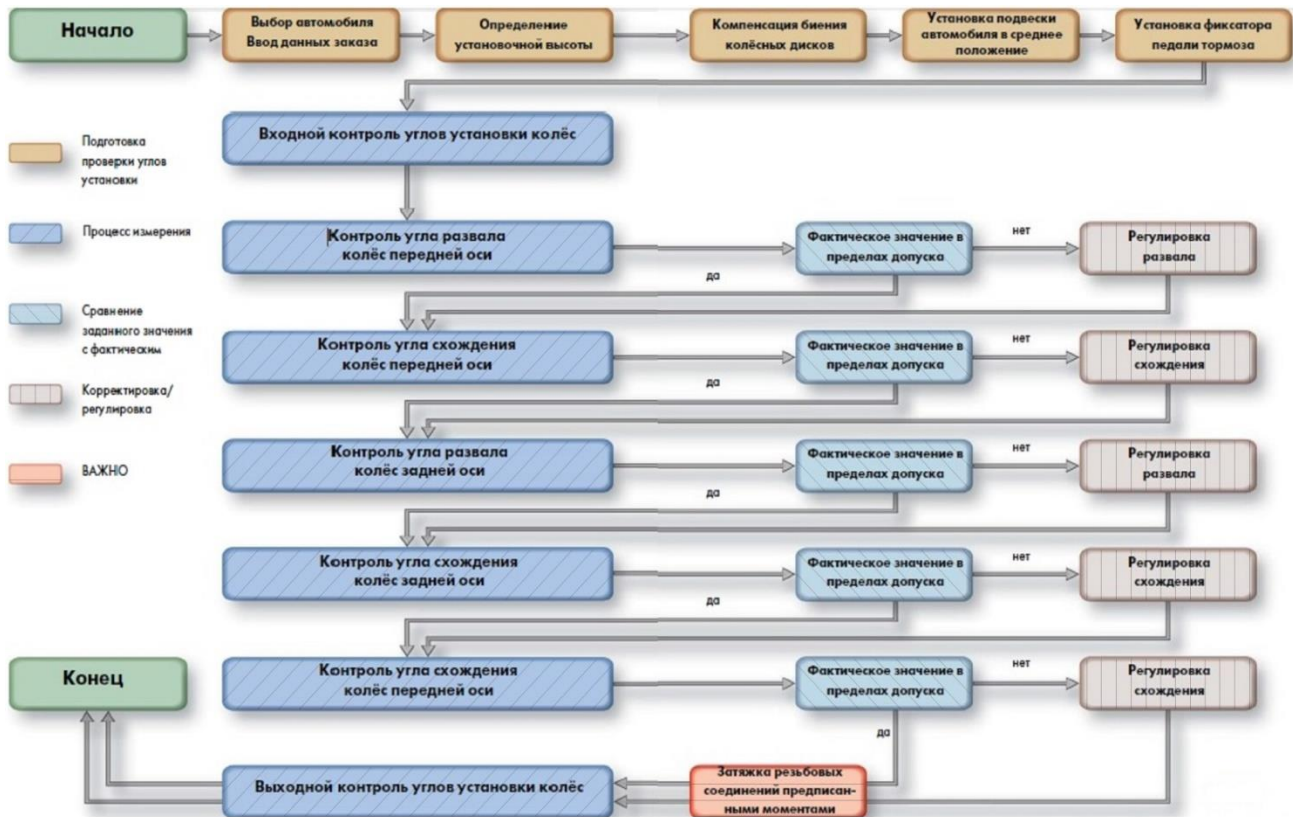


Рисунок 7 – Блок-схема проверки и регулировки углов установки колёс (на примере Golf 2009)

Технические характеристики стенда представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики стенда Hofmann Geoliner 670 KIT LIFT

Наименование параметра	Значение
Диаметр колеса	11 - 22 "
Ширина колёсной базы	1200 - 2500 мм
Длина колёсной базы	1200 - 5000 мм
Тип дисплея	19" ЖК монитор
Тип соединения	беспроводное
Измерительная система	3D
Диапазон колёсных захватов	11 - 22 "
Электропитание	230 В 1 фаза 50/60 Гц, 5 А, 450 Вт + 60 Вт, РЕ
"Вылет" колесного захвата с мишенью от колесного диска: передняя ось задняя ось	440 мм 440 мм

3D стенд Hofmann Geoliner 670 KIT LIFT позволяет проводить измерения калибровки и горизонтального выравнивания подъемника.

Графика программного обеспечения в представлении результатов позволяет в трехмерном виде оценить положение колес и легко понять необходимость дальнейших регулировок (рисунок 8).

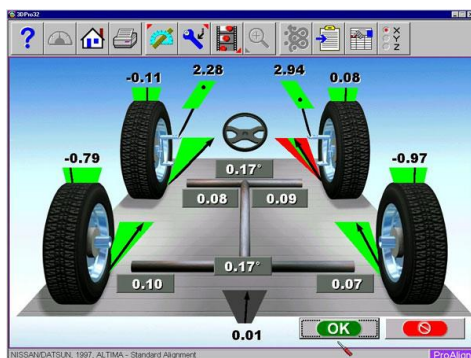


Рисунок 8 – Рабочее окно программного обеспечения

Особенности 3D станда Hofmann Geoliner 670 KIT LIFT заключаются в следующем:

- в стенде используются излучающие матрицы на неслепящих инфракрасных светодиодах взамен излучателей, дающих ярко-красный свет (это отличительная особенность оригинального продукта). Это позволяет существенно снизить «слепящий» эффект (эта функция особо востребована для техцентров с большим объемом работ).

- наличие вспомогательных светодиодных индикаторов, которые устанавливаются вокруг каждой из двух цифровых камер высокого разрешения. В процессе работы индикаторы направляют действия оператора и дают подсказки так же, как это сделано в самой программе станда (рисунок 9).



Рисунок 9 – Вспомогательные светодиодные индикаторы

- подключение стоек с камерами к ПК по высокоскоростному интерфейсу USB 2.0.

- сигнал в ПК от камер поступает оцифрованный, с высокой степенью помехозащищенности (процессоры для обработки сигналов от камер, смонтированы вместе с камерами, отсутствуют эл. наводки).

- расстояние от задней плоскости камер до центра поворотных кругов на подъемнике уменьшено до 1,75м за счет увеличению углов обзора цифровых камер (в вертикальной плоскости – на 45%, в горизонтальной – на 25%).

- наличие системы позиционирования, которая позволяет регулировать положение камер в горизонтальной плоскости, а также

увеличенный обзор цифровых камер обеспечивает обслуживание любых легковых автомобилей, внедорожников и легких грузовиков.

## 6.2 Установка и подготовка автомобиля

Для увеличения точности измерений перед проверкой углов установки колес необходимо проверить и довести до нормы давление воздуха в шинах, отрегулировать подшипники ступиц, устранить люфты в шкворневом сочленении, при необходимости, нагрузить автомобиль в соответствии с инструкцией к стенду.

Автомобиль устанавливается таким образом, чтобы передние колеса были посередине опорных дисков поворотных кругов. При установке автомобиля на поворотные круги диски должны быть зафиксированы установочным штифтом.

После установки следует застопорить задние колеса автомобиля противооткатными упорами.

## 6.3 Измерение схождения колес

Установить передние колеса в направлении прямолинейного движения. Установить и зафиксировать при помощи колесных зажимов (рисунок 8а) 4-е мишени (рисунок 8б) на дисках опорных колес.



Рисунок 8 – Установка мишеней на опорные колеса: а) колесный зажим, б) мишень, установленная на колесо

## 6.4 Центровка рулевого колеса

С целью центровки рулевого колеса необходимо установить его в ровное горизонтальное положение при помощи уровня и зафиксировать фиксатором рулевого колеса.

## 7 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

В отчёте привести следующие данные.

1. Краткое описание конструкции стенда «Hofmann Geoliner 670 KIT LIFT».

2. Последовательность операций при установке колес для движения «по прямой», контроле схождения колес, углов развала, углов поперечного и продольного наклонов оси поворота (шкворня), углов поворота колес.

3. Результаты контроля в табличной форме (таблица 1), указав одновременно нормативные значения.

4. Выводы и комментарии к работе.

При оформлении отчета и в процессе подготовки к защите лабораторных работ, ответить на контрольные вопросы.

Таблица 1 – Результаты контроля углов установки колес

Параметр	Значение параметра	
	измеренное	нормативное
Схождение, мм		
Развал, град		
Угол продольного наклона оси поворота (шкворня), град		
Угол поперечного наклона оси поворота (шкворня), град		
Поворот левого колеса при повороте правого на 20 град		
Поворот правого колеса при повороте левого на 20 град		



## 8 ТЕРМИНОЛОГИЯ

### 1 *Средняя плоскость колеса*

Средняя плоскость колеса проходит перпендикулярно оси вращения колеса по центру шины колеса.

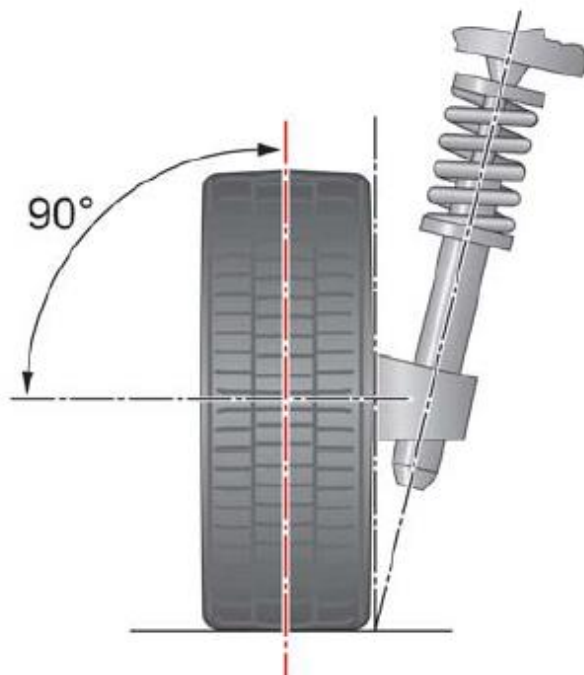


Рисунок 9 – Средняя плоскость колеса

### 2 *Точка пересечения средней плоскости колеса с опорной поверхностью (точка опоры колеса)*

Точка опоры колеса — это расположенная в средней плоскости колеса точка пересечения перпендикуляра, проходящего через ось вращения колеса, с плоскостью дорожного полотна.

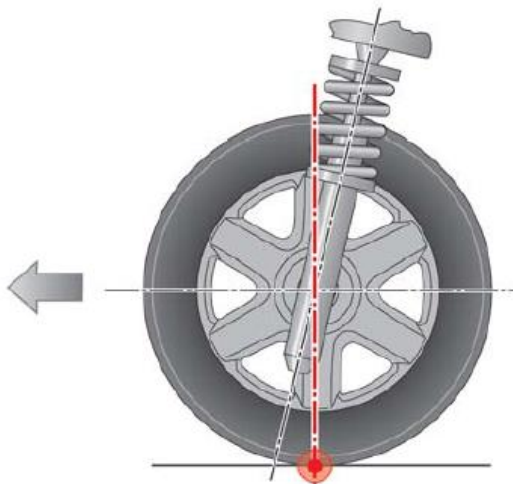


Рисунок 10 – Точка опоры колеса

### 3 *Ширина колеи*

Ширина колеи — это расстояние между серединами шин колёс каждой оси.

В случае независимой подвески колёс с поперечными или диагональными рычагами при сжатии и отбое упругих элементов подвески ширина колеи меняется.



Рисунок 11 – Ширина колеи

#### 4 *Колёсная база*

Колёсная база — это расстояние между центрами колёс передней и задней оси.

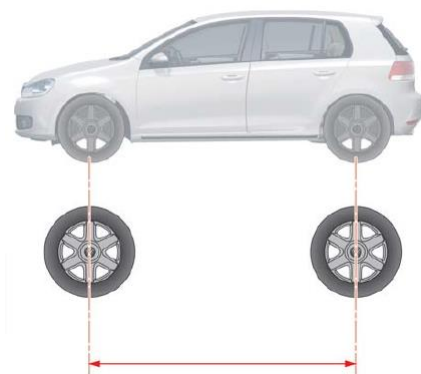


Рисунок 12 – Колёсная база

#### 5 *Продольная средняя плоскость автомобиля*

Продольная средняя плоскость автомобиля представляет собой рассекающую автомобиль неподвижную плоскость, перпендикулярную дорожному полотну и проходящую через середину колеи передних и задних колёс (плоскость X-Z).

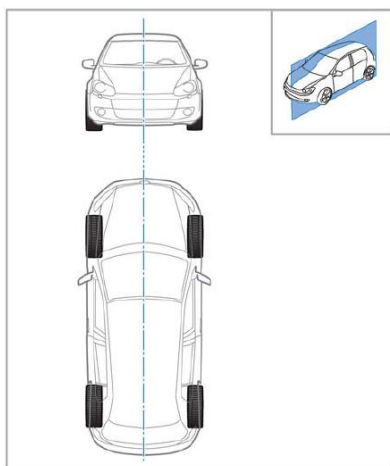


Рисунок 13 – Продольная средняя плоскость автомобиля

## 6 Геометрическая ось движения

Геометрическая ось движения представляет собой биссектрису суммарного угла схождения колёс задней оси.

Задняя ось является осью, определяющей курсовое направление автомобиля. Поэтому все измерения для колёс передней оси, а также некоторых вспомогательных систем водителя выполняются относительно геометрической оси движения. В оптимальном состоянии геометрическая ось движения лежит в продольной средней плоскости автомобиля.

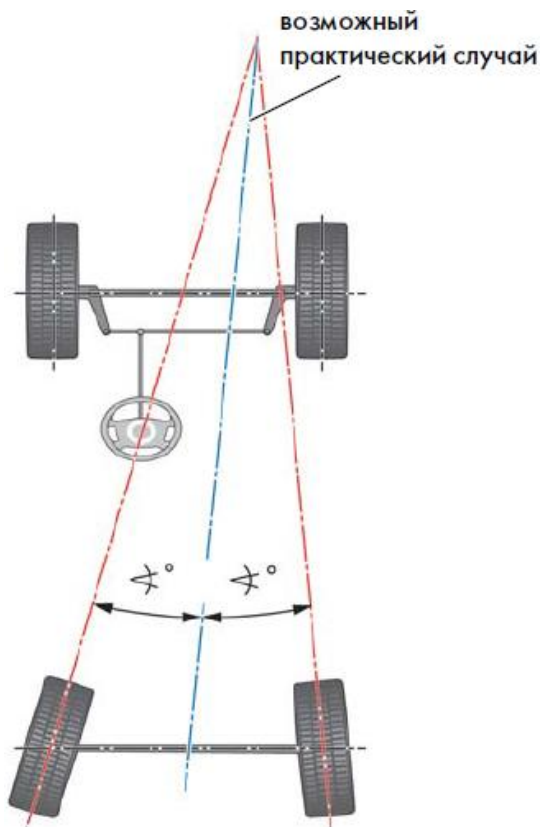


Рисунок 14 – Возможный практический случай геометрической оси движения

## 7 Угол тяги

Угол тяги представляет собой угол между продольной средней плоскостью автомобиля (2) и геометрической осью движения (1).

Он образуется из геометрической оси движения, бокового смещения и перекоса задней подвески. Если биссектриса угла направлена влево вперёд, то угол тяги называется положительным. Если она направлена вправо вперёд, то угол называется отрицательным.

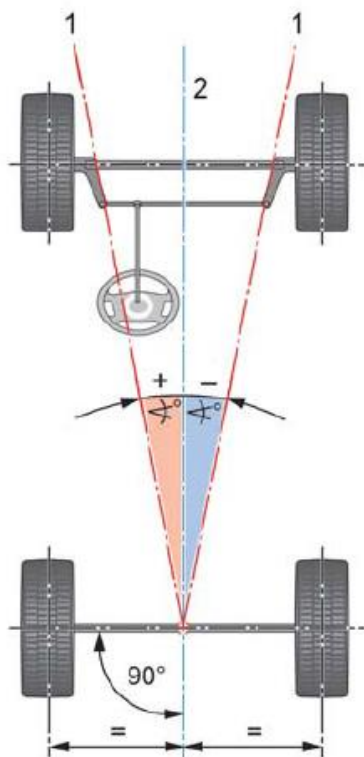


Рисунок 15 – Оптимальный угол тяги

## 8 Положение прямолинейного движения

Это положение колёс является вспомогательным положением, при котором индивидуальные углы схождения колёс относительно продольной средней плоскости у обоих передних колёс одинаковые.

В этом положении осуществляется измерение углов установки колёс задней оси.

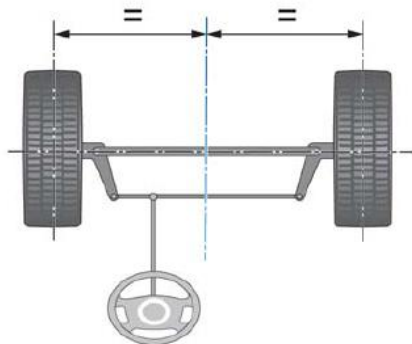


Рисунок 16 – Положение прямолинейного движения

### 9 Индивидуальный угол схождения колёс задней оси

Индивидуальный угол схождения колёс задней оси представляет собой угол между продольной средней плоскостью автомобиля и секущей средней плоскости отдельного колеса.

Он положительный (положительное схождение), когда передняя часть колеса обращена в сторону продольной средней плоскости автомобиля.

Он отрицательный (отрицательное схождение), когда передняя часть колеса обращена в сторону от продольной средней плоскости автомобиля.

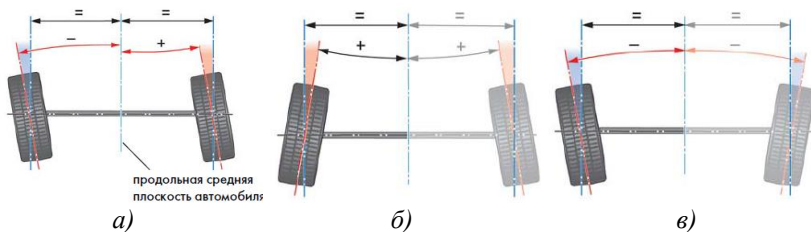


Рисунок 17 – Индивидуальный угол схождения колёс задней

оси: а) продольная средняя плоскость, б) положительное схождение, в) отрицательное схождение

## 10 *Индивидуальный угол схождения колёс передней оси*

Индивидуальный угол схождения колёс передней оси представляет собой угол между геометрической осью движения и секущей средней плоскости отдельного колеса.

Он положительный (положительное схождение), когда передняя часть колеса обращена в сторону геометрической оси движения.

Он отрицательный (отрицательное схождение), когда передняя часть колеса обращена в сторону от геометрической оси движения.

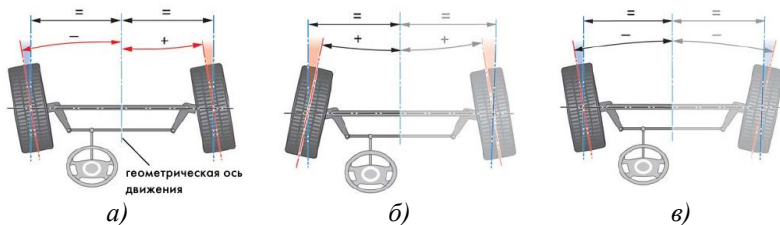


Рисунок 18 – Индивидуальный угол схождения колёс передней оси а) геометрическая ось движения, б) положительное схождение, в) отрицательное схождение

## 11 *Суммарное схождение*

Суммарное схождение получают путём сложения индивидуальных углов схождения левого и правого колёс одной оси, причём необходимо учитывать знаки значений индивидуальных углов схождения.

## 12 *Развал*

Развал – это угол между средней плоскостью колеса и вертикалью к точке пересечения средней плоскости колеса с опорной поверхностью.

Различают положительный и отрицательный развал:

- положительный (+) – когда верхняя часть колеса наклонена от средней плоскости колеса наружу;
- отрицательный (–) – когда верхняя часть колеса наклонена от средней плоскости колеса внутрь.

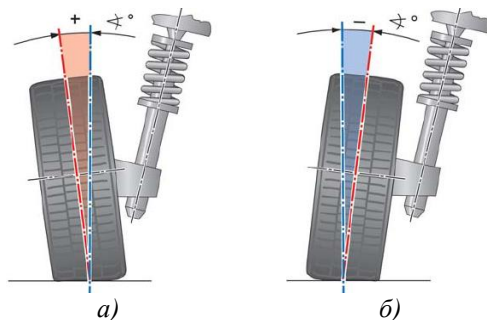


Рисунок 19 – Развал а) положительный, б) отрицательный

### 13 Поперечный наклон оси поворота

Поперечный наклон оси поворота — это наклон оси поворота (b) относительно перпендикуляра (a) (в плоскости, параллельной продольной средней плоскости автомобиля) к дорожному полотну.

Благодаря поперечному наклону оси поворота при повороте управляемых колёс кузов автомобиля приподнимается, вследствие чего возникают силы, стремящиеся вернуть колесо в прямолинейное положение.

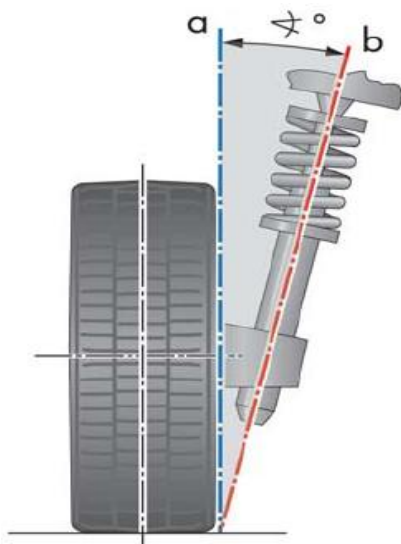


Рисунок 20 – Поперечный наклон оси поворота



## 14 *Плечо обкатки*

Плечо обкатки — это расстояние между точкой опоры колеса и точкой пересечения продолжения оси поворота колеса (называемой также осью поворота) с опорной поверхностью колеса.

Различают положительное, отрицательное и нулевое плечо обкатки (рисунок 21).

Плечо обкатки определяется развалом, поперечным наклоном оси поворота и вылетом колёсного диска.

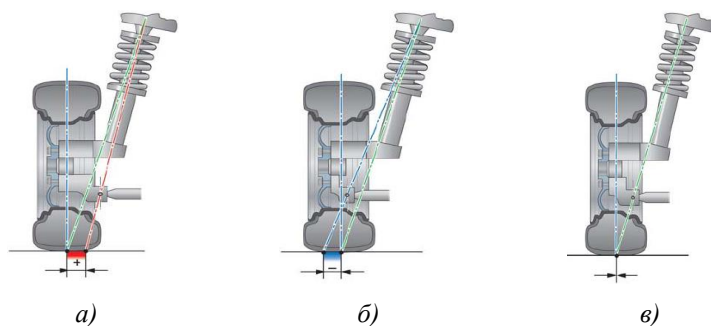


Рисунок 21 – Плечо обкатки *а)* положительное плечо обкатки, *б)* отрицательное плечо обкатки, *в)* нейтральное (нулевое) плечо обкатки

При отрицательном плече обкатки колесо с большим коэффициентом сцепления сильнее отклоняется внутрь — колесо самостоятельно стремится повернуться в сторону, противоположную развороту, — водитель должен просто удерживать рулевое колесо.

При нулевом плече обкатки предупреждается передача посторонних сил на рулевое управление при подтормаживании тормозов с одной стороны автомобиля и при повреждении шины.

## 15 *Продольный наклон оси поворота (кастер, кастор)*

Продольный наклон оси поворота — это наклон оси поворота в направлении продольной оси автомобиля относительно вертикали к плоскости дорожного полотна.

Различают положительный и отрицательный угол продольного наклона оси поворота:

– положительный — «точка опоры колеса следует за точкой пересечения оси поворота колеса с опорной поверхностью» — колёса стремятся к положению прямолинейного движения из чего следует лучшая динамическая стабилизация;

– отрицательный — «точка опоры колеса опережает точку пересечения оси поворота колеса с опорной поверхностью».

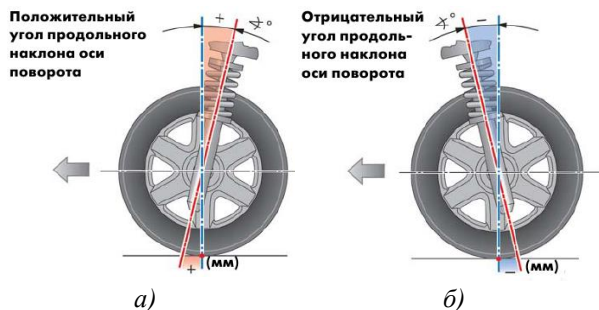


Рисунок 22 – Продольный наклон оси поворота: а) положительный угол продольного наклона оси поворота, б) отрицательный угол продольного наклона оси поворота

## 16 Обратное схождение в повороте

Обратное схождение в повороте представляет собой разницу углов поворота колеса, движущегося по внешнему радиусу поворота (меньший угол) и колеса, движущегося по внутреннему радиусу поворота (больший угол).

Обратное схождение в повороте задаётся рулевой трапецией. Таким образом, оно даёт представление о принципе работы рулевой трапеции при соответствующем повороте управляемых колёс — влево или вправо.

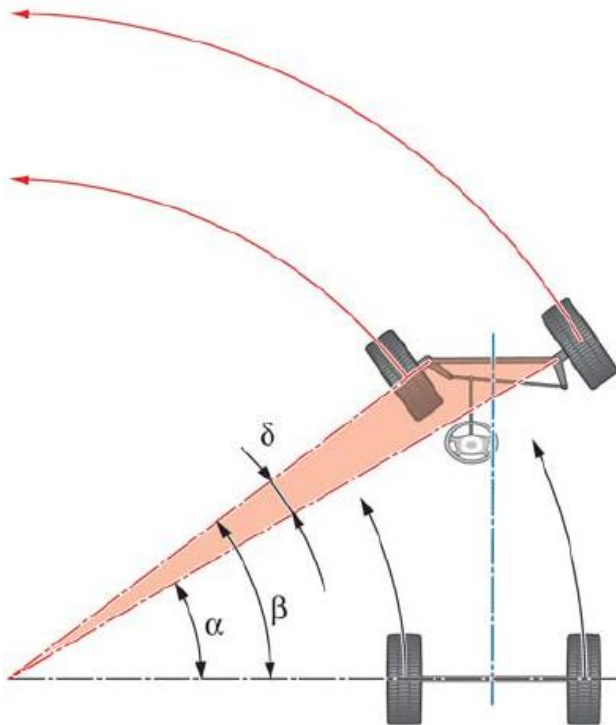


Рисунок 23 – Обратное схождение в повороте

### **17 Рулевая трапеция**

Передняя подвеска, рычаги рулевых тяг и рулевой механизм с рулевыми тягами в совокупности образуют рулевую трапецию.

С помощью рулевой трапеции обеспечиваются разные углы поворота управляемых колёс, необходимые для движения в поворотах.

Поворотный кулак и рычаги рулевой тяги расположены относительно друг друга не под углом  $90^\circ$ . Из этого вытекают неравные расстояния перемещения концов обоих рычагов рулевой тяги при повороте управляемых колёс. Это приводит к повороту управляемых колёс на разные углы.

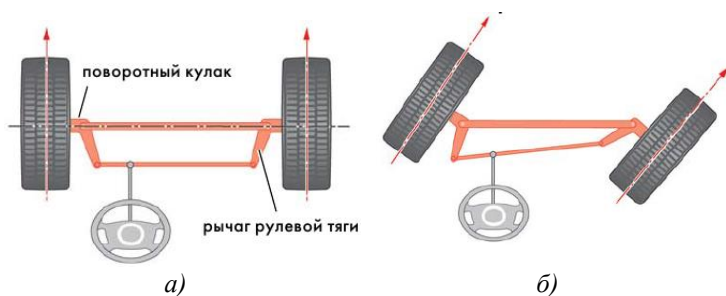


Рисунок 24 – Рулевая трапеция: а) прямолинейное движение, б) движение в повороте

### 18 Максимальный угол поворота управляемых колёс

Максимальный угол поворота – это угол средней плоскости колеса, движущегося по внутреннему радиусу поворота (В), и колеса, движущегося по внешнему радиусу поворота (А) относительно продольной средней плоскости автомобиля при повороте рулевого колеса влево-вправо до упора.

Максимальные углы поворота в обе стороны должны быть одинаковыми. Это обеспечивает одинаковые диаметры разворота.

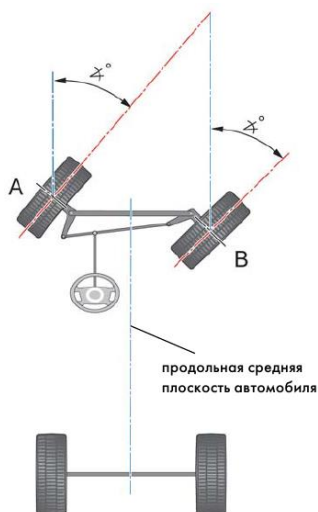


Рисунок 25 – Максимальный угол поворота управляемых колёс

## 19 Угол бокового увода колеса

Угол бокового увода колеса – это угол, образуемый плоскостью колеса к направлению движения (направлению движения колеса).

Угол бокового увода возникает в том случае, когда на катящийся автомобиль действуют посторонние боковые силы, такие, как сила ветра и центробежная сила. При этом колёса меняют направление своего движения и движутся под определённым углом к прежнему направлению движения.

Если угол бокового увода передних и задних колёс одинаков, автомобиль обладает нейтральной поворачиваемостью. Если угол бокового увода передних колёс больше, возникает недостаточная поворачиваемость. Если угол бокового увода больше у задних колёс, возникает избыточная поворачиваемость.

Угол бокового увода зависит от нагрузки на колесо, посторонней силы, конструкции шины, профиля шины, давления воздуха в шине и силы трения сцепления.

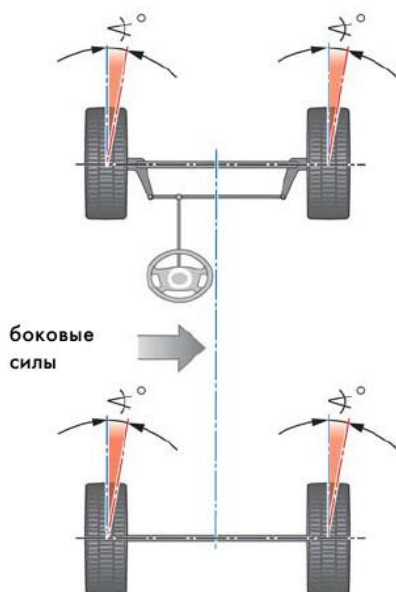


Рисунок 26 – Угол бокового увода колеса

## 20 Угол смещения колеса

Угол смещения колеса представляет собой угол между линией, соединяющей точки опоры колёс, и линией, проходящей под углом  $90^\circ$  к геометрической оси движения.

Различают положительный и отрицательный угол смещения колеса:

- положительный – правое колесо смещено вперёд;
- отрицательный — правое колесо смещено назад.

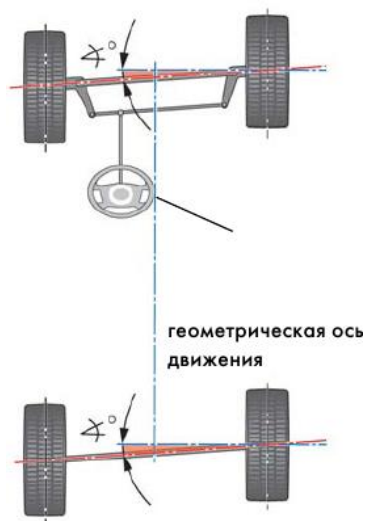


Рисунок 27 – Угол смещения колеса

## 21 Разница колёсной базы

Разница колёсной базы — это угол между соединительными линиями точек опоры передних и задних колёс.

Различают положительный и отрицательный угол:

- положительный — колёсная база с правой стороны автомобиля больше колёсной базы с левой стороны;
- отрицательный — колёсная база с правой стороны автомобиля меньше колёсной базы с левой стороны.

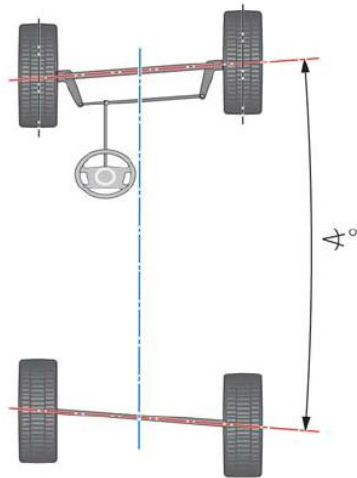


Рисунок 28 – Разница колёсной базы

## 22 Боковое смещение

Боковое смещение — это угол между линией, соединяющей точки опоры переднего левого (правого) и заднего левого (правого) колёс и геометрической осью движения.

Боковое смещение позволяет сделать вывод о возможных повреждениях кузова.

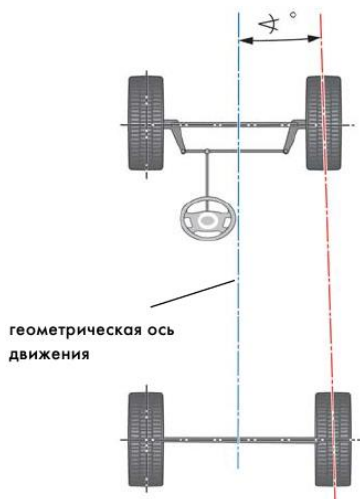


Рисунок 29 – Боковое смещение

### 23 *Разница ширины колеи*

Разница ширины колеи представляет собой угол между линией, соединяющей точки опоры левого переднего и левого заднего колёс и линией, соединяющей точки опоры правого переднего и правого заднего колёс.

Разница ширины колеи определяется как положительная, когда ширина колеи задних колёс больше ширины колеи передних колёс.

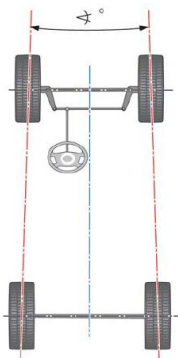


Рисунок 30 – Разница ширины колеи

### 24 *Смещение оси*

Смещение оси считается положительным, когда задняя ось, соотнесённая с геометрической осью движения, смещена относительно передней оси вправо.

Смещение оси позволяет сделать вывод о возможных повреждениях кузова.

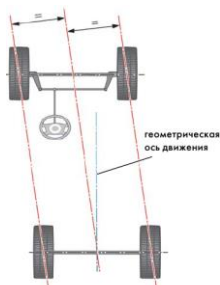


Рисунок 31 – Смещение оси



## 25 *Вылет колёсного диска*

Вылет колёсного диска — это расстояние от середины обода до внутренней плоскости прилегания колёсного диска к ступице («х»).

Вылет колёсного диска влияет на ширину колеи и плечо обкатки.

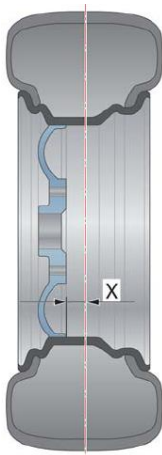


Рисунок 32 – Вылет колёсного диска

Различают три варианта вылета колёсного диска:

- нулевой — когда внутренняя плоскость прилегания расположена точно посередине колеса;
- положительный — когда внутренняя плоскость прилегания смещена к внешней стороне колеса относительно середины колеса — уменьшение ширины колеи;
- отрицательный — когда внутренняя плоскость прилегания смещена к внутренней стороне колеса относительно середины колеса — увеличение ширины колеи.

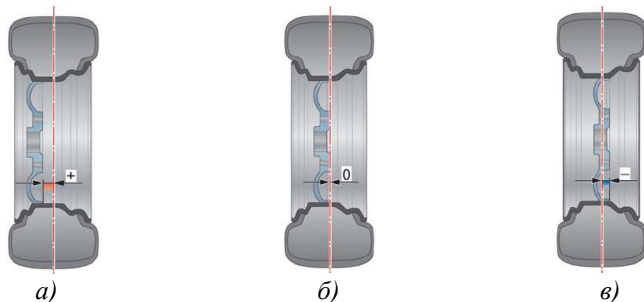


Рисунок 33 – Вылет колёсного диска: а) положительный, б) нулевой, в) отрицательный

## 9 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как влияют углы установки колес на управляемость автомобиля, долговечность шин и расход топлива?
2. Что может стать причиной изменения углов установки колес?
3. Какие углы установки колес используются на автомобиле?
4. Пояснить назначение каждого из углов установки колес.
5. Какие углы регулируются на легковом автомобиле?
6. Какие углы регулируются на грузовом автомобиле?
7. Назвать примерные значения углов установки колес.
8. Какие комплектующие изделия входят в состав стенда «Hofmann Geoliner 670 KIT LIFT»?
9. Как проявляется статический дисбаланс при вращении колеса?
10. Как установить колеса для движения «по прямой»?
11. Как измерить величину схождения колес?
12. Как измерить величину развала колес?
13. Как измерить угол поперечного наклона оси поворота?
14. Как измерить угол продольного наклона оси поворота?
15. Почему при повороте автомобиля управляемые колеса поворачиваются на разные углы?
16. Как проверить соотношение углов поворота правого и левого колес?

## ИСТОЧНИКИ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. М.: Наука, 2004. 535 с.
2. Епифанов Я.И., Епифанова Е.А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. М.: Форум, ИНФРА-М, 2002. 280 с.
3. Volkswagen Technical Site [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vwts.ru>.

Учебное издание

Адылин Иван Петрович  
Лапик Владимир Павлович  
Самусенко Владимир Иванович  
Гринь Александр Михайлович  
Маталыга Игорь Викторович

**Диагностирование и регулирование углов  
установки колес автомобилей при помощи  
стенда Hofmann Geoliner 670 KIT LIFT**

Методические указания  
для выполнения лабораторной работы

для студентов инженерно-технологического института  
очной и заочной формы обучения по направлению подготовки:

35.03.06 Агроинженерия

Редактор Осипова Е.Н.

---

Подписано к печати 23.05.2018 г. Формат 60x84. 1/16.  
Бумага офсетная. Усл. п. 2,55. Тираж 25 экз. Изд. № 6015.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ