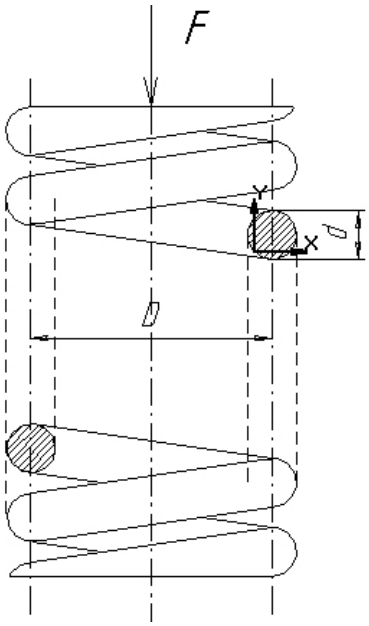
В этой статье приведены общие теоретические данные и личные доводы по поводу подбора пружин. В основном в подвесках современных легковых автомобилей используются винтовые пружины сжатия о них в основном и пойдет речь.

Меняя пружины на нестандартные, в основном преследуются несколько целей:

- повысить или понизить дорожный просвет (что вызвано необходимостью эксплуатации автомобиля в тех или иных условиях);

- повысить или понизить жесткость пружин (найти компромисс между комфортом и управляемостью автомобиля).



Необходимо задаться условиями: что, в конечном счете, мы хотим получить. Далее речь пойдет о конкретном автомобиле – ВАЗовской классике 2101, как первенца семейства этих автомобилей. Сейчас многих поклонников этих автомобилей (к коим относится и автор статьи) не устраивает многое в поведении автомобиля на дороге. Большие крены в поворотах, раскачка кузова на продольных волнах и.т.д. Надеюсь всем понятно, что заменой одних пружин или амортизаторов нельзя найти компромисс между управляемостью и комфортом, только комплексными мерами можно достичь желаемых результатов. Сейчас мы не будем касаться амортизаторов, а зададимся целью понизить дорожный просвет и увеличить жесткость системы.

Итак, основная техническая характеристика ВАЗ 2101:

- полная масса автомобиля, кг (для спортивной езды нет смысла принимать ее из заводской инструкции с 4 мя пассажирами и 50 кг в багажнике, имеет смысл загрузить автомобиль 2 мя пассажирами) - 955 кг + 80 кг +80 кг=1115 кг;

- масса, приходящаяся на переднюю ось снаряженного автомобиля - 430 кг;

- масса, приходящаяся на заднюю ось снаряженного автомобиля - 362 кг;

- цилиндрические пружины передней подвески:

свободная длина, мм - 360;

внутренний диаметр пружины, мм – 90,0±0,9;

диаметр прутка, мм - 13,0±0,05;

количество витков - 8,83;

длина под нагрузкой 628 кг, мм - 182;

длина под нагрузкой 435 кг, мм (маркировка группы А желтого цвета) >232;

- цилиндрические пружины задней подвески:

диаметр прутка, мм - 12,3+0,5;

внутренний диаметр пружины, мм - 102,7±1;

количество рабочих (активных) витков - 8;

количество витков - 10;

длина пружины без нагрузки, мм - 434;

длина под нагрузкой 295 кг, мм (маркировка группы А желтого цвета) >273

Самый простой способ понизить дорожный просвет – укоротить, обрезав один или несколько витков, стандартной пружины. Многие делают это, не задумываясь о последствиях. Возникает вопрос, что мы получим в результате? Как повлияет обрезанные витки на упруго–деформативные свойства пружины?

Жесткость пружины обратно пропорционально количество активных витков:

$$C=F/S=(G*d)/(8*n*D);\ Н/мм$$

Где:

G – модуль сдвига, для горячекатаных пружин: 78500 Н/мм^2, для холоднокатаных 81400 Н/мм^2;

d – диаметр прутка, мм;

n – количество активных витков;

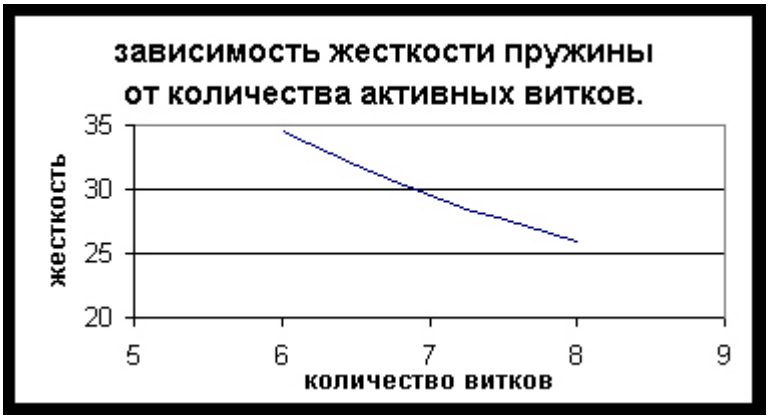
D – средний диаметр прутка, мм.

Просчитаем уменьшение рабочих витков на 1, 2 для задней подвески, для сравнения рассчитаем для стандартной подвески:

Жесткость стандартной пружины: C0=(78500*12,34)/(8*8*102,73)=25,917 Н/мм;

Жесткость обрезанной пружины: C1=(78500*12,34)/(8*7*102,73)=29,620 Н/мм;

Жесткость обрезанной пружины: C2=(78500*12,34)/(8*6*102,73)=34,557 Н/мм.



Как будет влиять изменение количества витков на деформацию пружины?

$$X=(4*P*R*n)/(G*r);\ [мм]$$

Где:

X – деформация пружины, мм;

P – внешняя сила, Н;

G – модуль сдвига, для горячекатаных пружин: 78500 Н/мм^2, для холоднокатаных 81400 Н/мм^2;

r – радиус прутка, мм;

n – количество витков;

R – радиус винтовой оси пружины, мм.

Сделаем расчет также для задней подвески автомобиля:

Деформация стандартной пружины от нагрузки 295*9,81=2893,95 Н (стандартная нагрузка):

$$X0=(4*2893,95*51,353*10)/(78500*6,154)=139,573\ мм;$$

Деформация пружины обрезанной на 1 виток:

$$X1=(4*2893,95*51,353*9)/(78500*6,154)=125,616\ мм;$$

Деформация пружины обрезанной на 2 витка:

$$X2=(4*2893,95*51,353*8)/(78500*6,154)=111,659\ мм.$$

В каких пределах у нас окажется дорожный просвет?

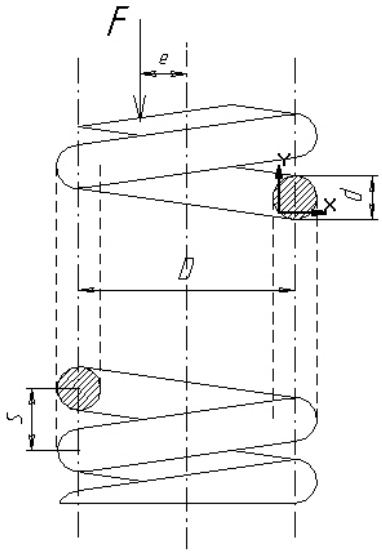
В случае обрезания витков у нас меняется не только деформация пружины, но и ее длина. При укорачивании на 1 виток длина уменьшится на шаг витка – 48,22 мм, на два витка – соответственно на два шага витка – 96,44 мм.

Итак, при такой нагрузке и свободной длине пружины 434 мм мы получим общую длину пружины:

Для стандартной пружины – 294,427 мм;

Для обрезанной на один виток – 260,164 мм;

Для обрезанной на два витка – 225,901 мм.



Получено, что, изменяя количество активных витков, жесткость системы увеличивается тем более, чем больше удалено витков. Итак, укоротив пружину на два витка мы увеличим ее жесткость на 33% и уменьшим ее длину под нагрузкой на 13% по отношению к стандартной. Если считать, что пружина в задней подвеске стоит вертикально, то дорожный просвет уменьшится на величину изменения длины пружины под нагрузкой. Т.е в нашем случае для задней подвески он уменьшится на 68,5 мм. Если учесть, что дорожный просвет при полной нагрузке до балки заднего моста составляет 170 мм, то дорожный просвет уменьшится на 40%. Тем не менее, укорачивая пружину, не стоит рассчитывать на ресурс, сопоставимый со стандартной пружиной в связи возросших напряжений на оставшиеся витки. Также не следует укорачивать уже бывшие в употреблении пружины, лучше купить новые – стоят они недорого. Обрезанный конец пружины следует опирать на чашку нижнего рычага (передняя подвеска), моста (задняя подвеска), но никак не в чашку кузова (если чего случиться, поменять рычаг или переварить чашку гораздо дешевле, чем ремонтировать кузов).

Следует сказать, что при стандартных амортизаторах заднюю пружину можно спокойно обрезать на 1 виток - небольшой преднатяг будет, пружина не выпадает при полностью вывешенном колесе. Если обрезать больше, или ставить более короткие пружины, то придется либо искать амортизатор с более коротким штоком, либо перенести ниже его нижнее крепление с помощью изготовления соответствующих кронштейнов.

Еще о чем надо знать, обрезая пружины.

К концам, шаг навивки у них уменьшается, образуя площадку для опирания. Обрезая витки, эта площадка уменьшается (возрастают напряжения на чашку) и расположена она неравномерно, с некоторым эксцентриситетом - e. То есть в таком случае мы имеем нагружение в виде внецентренного сжатия. Пружина уже работает по-другому. Сила F, смещенная относительно оси на величину «e» вызовет чистый изгиб моментом:

$$M=F*e;$$

Так как плоскость действия изгибающих пар может не совпадать ни с одной из главных плоскостей инерции пружины, то в общем случае имеет место комбинация продольного сжатия и чистого косого изгиба. Представьте себе зажатую между двумя пальцами маленькую пружинку. Ее можно просто сжимать и разжимать, при этом будет меняться только ее длина, но попробуйте сжать эту же пружинку упирая в пальцы не всю ее площадку, а только половину. Пружина будет сжиматься за счет витков и также за счет искривления. В таком случае ее характеристики могут быть совсем иные.

Обрезав пружину, чтобы обеспечить равномерное опирание на чашки можно отпустить последний виток. Для этого нужно нагреть его до 600-650^{0}C (цвет каления коричнево-красный) и дать остыть на воздухе. Здесь возникает проблема, связанная с тем, что: нужно нагревать до довольно высокой температуры, нагревать необходимо только один виток (местный нагрев). До такой температуры местный нагрев можно обеспечить разве что газовой горелкой и то, вероятность испортить деталь очень высока.