



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ТҰҢҒЫШ ПРЕЗИДЕНТІ - ЕЛБАСЫНЫҢ ҚОРЫ

**«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ – 2017»**

студенттер мен жас ғалымдардың  
XII Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ**

XII Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
**«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ – 2017»**

**PROCEEDINGS**

of the XII International Scientific Conference  
for students and young scholars  
**«SCIENCE AND EDUCATION - 2017»**



14<sup>th</sup> April 2017, Astana



**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**«Ғылым және білім - 2017»  
студенттер мен жас ғалымдардың  
XII Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XII Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«Наука и образование - 2017»**

**PROCEEDINGS  
of the XII International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«Science and education - 2017»**

**2017 жыл 14 сәуір**

**Астана**

**УДК 378**

**ББК 74.58**

**Ғ 96**

Ғ 96

«Ғылым және білім – 2017» студенттер мен жас ғалымдардың XII Халықаралық ғылыми конференциясы = The XII International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2017» = XII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2017». – Астана: <http://www.eni.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2017. – 7466 стр. (қазақша, орысша, ағылшынша).

ISBN 978-9965-31-827-6

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 378

ББК 74.58

ISBN 978-9965-31-827-6

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2017

УДК 389.658.516

## **МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБУЕМОЙ ШЕРОХОВАТОСТИ ДЕТАЛЕЙ В РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ В МАШИНОСТРОЕНИИ**

**Момбеков Адиль Асанханұлы**

[leo\\_577@mail.ru](mailto:leo_577@mail.ru)

Студент Евразийского национального университет им. Л.Н.Гумилева,  
Астана, Казахстан

Научный руководитель – С.Н. Нураков

Как известно одним из основных показателей качества машин является их надежность и долговечность, которые зависят от свойств поверхностей деталей. Как правило, разрушение деталей (износные, коррозионные, прочностные, контактные) начинаются с поверхностей деталей. Изучение качества поверхностного слоя развивалась от неопределенного учета неровностей до комплексной оценки его состояния, учитывающей как все виды неровностей (макроотклонение, волнистость, шероховатость, супершероховатость), так и физико-химические свойства (структуру, фазовый и химический составы, наклеп, остаточные напряжения, экзoeлектронную эмиссию и др.). Экономическая целесообразность комплексного обеспечения качества деталей на всех стадиях их жизненного цикла обусловила необходимость аналогичного подхода и к их рабочим поверхностям. Рассмотрение качества поверхностного слоя деталей машин на всех стадиях их жизненного цикла (проектирование и техническая обработка, испытание, диагностика, эксплуатация, ремонт, восстановление и утилизация) положило начало учению об инженерии поверхности, которое привело с собой инновационные методы и более качественный подход к машиностроению. В настоящее время инженерия поверхностей формируется как новое научное и технологические направления. Сущность учения об инженерии поверхностей деталей заключается в разработке теории научно обоснованного определения: формы рабочих поверхностей, геометрических параметров (макроотклонений, волнистости, шероховатости) и физико-химических свойств, обеспечивающих безотказность и экономически целесообразную долговечность, а также в технологическом создании таких поверхностей, их контроле, изменении при эксплуатации, ремонте, восстановлении и утилизации. Корродирование, износ и разрушение деталей привело к постепенному осознанию влияния на эти процессы качества их поверхностей, причем это осознание пришло из практики и укрепилось в инженерии. [1] Первоначально качество поверхности трактовалось как чистота поверхности, которую обозначали в виде знаков ▼, представляемых на чертежах деталей и технологически обеспечиваемых при их обработке на станках. При этом было абсолютной истиной, что чем «чище» поверхность, тем лучше. Повышение чистоты обеспечивалось различными видами лезвийной и абразивной обработки. [2] Улучшение чистоты поверхности при обработке резанием обеспечивалось уменьшением подачи на оборот (при точении, растачивании) или на зуб (при фрезеровании). [3] Благодаря работам ученых-технологов впервые появились справочные инженерные данные о возможностях различных методов обработки деталей в обеспечении классов «чистоты» поверхности. Ученые, занимающиеся изучением качества поверхности, установили что наряду с шероховатостью, называемого как «чистота» поверхности, имеются и другие неровности с большим шагом, называемая как волнистость, огранка, бочкообразность, конусность и др. Было установлено, что образование этих неровностей обусловлено жесткостью технологической системы СПИЗ (станок-приспособление-инструмент-заготовка) и ее вибрациями. По мере повышения «чистоты» их поверхности стремились к уменьшению данных неровностей. Обеспечивается это увеличением жесткости

станков и инструментов, установкой станков на хорошо подготовленный фундамент и введением дополнительных чистовых и отделочных операции шлифования, полирования, доводки, притирки. Контроль чистоты поверхности деталей осуществляется визуально с использованием образцов «чистоты», а в лабораторных условиях – профилометрами по среднему в соответствии с ГОСТ 2789-59 Чистоту поверхности стали обозначать одним треугольником с цифровым указателем чистоты, например ▼ 7. Эта цифра означает, что поверхность должна иметь седьмой класс чистоты, которому соответствует среднее арифметическое отклонение профиля шероховатости  $Ra\ 0.63...1.25$ . Причем впервые была введена базовая длина для измерения шероховатости. [4], [5]

Были предприняты попытки по выделению волнистости и ее оценке по аналогии с шероховатостью. Введены понятие «класс волнистости» в зависимости от их высоты  $Wb$ .

Таблица 1

Классы волнистости

|                         |   |    |     |    |    |    |     |      |     |
|-------------------------|---|----|-----|----|----|----|-----|------|-----|
| Высота волнистости, мкм | 1 | 2  | 4   | 8  | 16 | 32 | 64  | 175  | 250 |
| Класс волнистости       | I | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | IX  |

Вместе с тем рядом ученых в работах по трению и износу установлено, что не всегда увеличение чистоты поверхности снижает силу трения и уменьшает износ. Объяснила это явление молекулярно-механическая теория трения, согласно которой улучшение чистоты поверхности, а следовательно, снижение неровностей шероховатости приводит к уменьшению механической составляющей коэффициента трения и к увеличению ее молекулярной или адгезионной составляющей. [6]

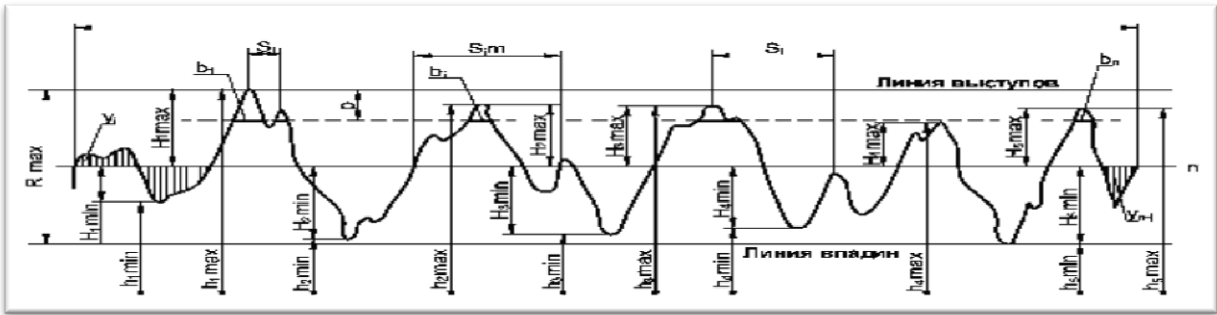


Рисунок 1– Профилограмма поверхности

Это привело к еще большему пониманию того, что классы чистоты не могут в дальнейшем использоваться для оценки качества поверхности деталей.

Все эти работы привели к тому, что в 1973г, в СССР был введен стандарт (ГОСТ 2789-73) на параметры шероховатости:  $Ra$ ,  $Rz$ ,  $Rmax$ ,  $tr$ ,  $Sm$ ,  $S$  и взаимное положение профиля шероховатости:  $\parallel$  (параллельное),  $\perp$  (перпендикулярное) вместо классов чистоты. Аналогичные параметры шероховатости поверхностей деталей в эти годы были стандартизированы и в других странах (таблица 2.)

Таблица 2

Стандартизированные параметры шероховатости в различных странах

| Страна         | Параметры шероховатости |      |       |        |      |        |     |      |      |      |      |     |      |     | Число параметров |
|----------------|-------------------------|------|-------|--------|------|--------|-----|------|------|------|------|-----|------|-----|------------------|
|                | $Ra$                    | $Rp$ | $R_m$ | $RM_S$ | $Rz$ | $Rmax$ | $R$ | $lt$ | $tp$ | $Ar$ | $Sm$ | $S$ | $kp$ | $k$ |                  |
| Австрия        | +                       | -    | +     | $R_5$  | -    | $Rt$   | -   | $Lt$ | +    | -    | -    | -   | -    | +   | 7                |
| Болгария       | +                       | -    | -     | -      | +    | +      | -   | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | 3                |
| Великобритания | CL A                    | -    | -     | -      | -    | -      | Hi  | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -   | 2                |

|            |    |    |    |           |   |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |
|------------|----|----|----|-----------|---|----|----|----|----|----|---|---|----|----|----|
| Венгрия    | +  | Rt | Rf | hq        | + | +  | -  | -  | +  | -  | - | - | kp | kh | 10 |
| Дания      | +  | Ru | +  | +         | + | +  | +  | Bb | Kb | -  | - | - | -  | +  | 10 |
| Испания    | hm | -  | -  | $h_{rms}$ | - | -  | H  | -  | -  | -  | - | - | kv | -  | 3  |
| Италия     | +  | Rc | Ri | Raq       | - | -  | +  | -  | -  | -  | - | - | -  | kp | 7  |
| Нидерланды | +  | -  | -  | -         | - | -  | -  | -  | -  | -  | - | - | -  | -  | 1  |
| Германия   | +  | +  | -  | -         | + | Rt | -  | +  | +  | -  | - | - | -  | -  | 6  |
| Румыния    | +  | -  | -  | -         | - | +  | +  | -  | -  | -  | - | - | -  | -  | 3  |
| Россия     | +  | -  | -  | -         | + | +  | -  | -  | +  | -  | + | + | -  | -  | 6  |
| Сербия     | +  | -  | -  | -         | + | +  | -  | In | Pn | k  | - | - | -  | -  | 6  |
| США        | AA | -  | -  | +         | - | -  | -  | -  | -  | -  | - | - | -  | -  | 2  |
| Финляндия  | +  | -  | -  | -         | + | +  | -  | -  | -  | -  | - | - | -  | -  | 3  |
| Франция    | +  | -  | -  | Rq        | - | +  | Rv | Lc | Tc | Av | - | - | +  | kv | 10 |

Технологи активно ведут исследования по технологическому обеспечению всех параметров качества поверхностного слоя, устанавливаются возможности методов обработки в их обеспечении. Появляются теоретические и эмпирические зависимости по их определению для различных условий обработки. Продолжаются работы по технологическому исследованию качества поверхности, особенно при отделочно-упрочняющей обработке. Совершенствуются существующие и разрабатываются новые методы обработки, позволяющие повышать качество поверхностного слоя деталей, в частности новые физико-химические и комбинированные методы. Метрологи разрабатывают и создают новые средства контроля всех этих параметров. Начинаются исследования по изучению изменения всех этих параметров качества поверхностного слоя деталей при эксплуатации, а так же работы по восстановлению качества рабочих поверхностей при ремонте. Эти работы убедительно свидетельствуют о том, что качество поверхностного слоя экономически выгодно рассматривать комплексно на всех стадиях жизненного цикла деталей, что и обусловило появления учения об инженерии поверхности. В соответствии с учением об инженерии поверхности изучение этого слоя необходимо осуществлять комплексно на всех стадиях его жизненного цикла: при проектировании деталей, при технологической подготовке производства, изготовлении, контроле и испытании, при сборке, эксплуатации, ремонте и восстановлении. Рассмотрим два наиболее важных этапа – изготовление и ремонт-восстановление при эксплуатации следующие методы обработки. Точение, наиболее распространенный метод изготовления деталей типа тел вращения (валов, дисков, осей, пальцев, цапф, фланцев, колец, втулок, гаек, муфт и др.) на токарных станках. Разновидности точения: Обтачивание - обработка наружных поверхностей. Растачивание - обработка внутренних поверхностей. Подрезание - обработка плоских торцевых поверхностей. Резка - разделение заготовки на части или отделение готовой детали от заготовки.

Растачивание - процесс механической обработки внутренних поверхностей отверстия расточными резцами в заданный размер. В основном осуществляется на токарных, агрегатных, расточных и других группах металлорежущих станков. Растачивание является одной из самых сложных операций в металлообработке. Диаметр обрабатываемого отверстия может составлять от нескольких миллиметров до нескольких метров. Также растачивание предусматривает всевозможные технологические выемки, фаски, канавки, заточку под разными углами и пр. Развёртывание - вид чистовой механической обработки отверстий резанием. Производят после предварительного сверления и зенкерования для получения отверстия с меньшей шероховатостью. Вращающийся инструмент - развёртка - снимает лезвиями мельчайшие стружки с внутренней поверхности отверстия. Условия резания и нагрузка на инструмент при выполнении развёртывания, и шероховатость поверхности схожи с так называемым протягиванием. Протягивание - вид обработки металлов резанием, при котором используется специальный режущий инструмент, так называемые протяжки. Параметры шероховатости по классам шероховатости при различных видах обработки приведены в

таблице 3.

**Таблица 3**

Способы обработки поверхности металла при их изготовлении

| Вид обработки                         | Способы                                                                 | Параметры шероховатости; Ra, мкм                                 |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Обтачивание при продольной подаче     | 1. Обдирочное<br>2. Получистовое<br>3. Чистовое<br>4. Тонкое (алмазное) | 100 – 25<br>12,5 – 6,3<br>3,2 – 1,6*(0,80)<br>0,80 – 0,40*(0,20) |
| Растачивание                          | 1. Черновое<br>2. Получистовое<br>3. Чистовое<br>4. Тонкое (алмазное)   | 100 – 50<br>25 – 12,5<br>3,2 – 1,6*(0,80)<br>0,80 – 0,40*(0,20)  |
| Сверление свыше 15 мм                 | 1. Без кондуктора<br>2. По кондуктору                                   | 25* - 12,5<br>-                                                  |
| Развертывание                         | 1. Получистовое<br>2. Чистовое<br>3. Тонкое                             | 12,5 – 6,3*<br>3,2 – 1,6*<br>0,80 – (0,40)                       |
| Протягивание                          | 1. Получистовое<br>2. Чистовое<br>3. Отделочное                         | 6,3<br>3,2 – 0,80*<br>0,40 – (0,20)                              |
| Шлифование круглое                    | 1. Получистовое<br>2. Чистовое<br>3. Тонкое                             | 6,3 – 3,2<br>1,6 – 0,80*<br>0,40 – 0,20*(0,050)                  |
| Хонингование цилиндрических отверстий |                                                                         | 0,20 – (0,050)                                                   |

На этапе ремонта и восстановления деталей применяют следующие методы обработки для повышения шероховатости поверхностей под нанесение покрытий. Для обеспечения достаточной прочности сцепления напыленного слоя с основным металлом необходимо придать покрываемой поверхности шероховатость. Наиболее распространенный способ создания шероховатости - *нарезание рваной резьбы*, нарезание круглой резьбы с обкаткой. *Нарезание рваной резьбы*, насечка зубилом и анодно-механическая обработка, обеспечивая хорошее сцепление напыленного слоя с металлом детали, снижают усталостную прочность, и следовательно, не могут быть использованы для подготовки деталей, работающих при циклических нагрузках. Дробеструйная обработка может осуществляться пневматическими и центробежными способами. В устройствах с пневматической подачей частицы обрабатываемого материала разгоняются сжатым воздухом и, вытекая из сопла в виде струи, ударяются с большой скоростью об обрабатываемую поверхность. В центробежных устройствах частицы обрабатывающего материала непрерывно подаются во вращающиеся с большой скоростью лопаточное колесо, где они разгоняются и под действием центробежных сил устремляются на обрабатываемую поверхность. Обработка металлов трением: сущностью этого вида обработки металлов является их местное расплавление вследствие большого теплообразования, вызываемого трением между поверхностями инструмента и металла. Инструмент представляет собой стальной диск, вращающийся с большой скоростью.

Анодно-механическая обработка производится для подготовки особо твердых поверхностей. Этот способ особенно пригоден для окончательной обработки металлизированной поверхности взамен шлифования. Качество и чистота обрабатываемой поверхности, а также износ диска зависят в основном от режима обработки и состава

рабочей жидкости. Для анодно-механической обработки переоборудуют токарно-винторезные станки по специальной электрической схеме. Количество снимаемого металла и чистота поверхности зависят от режима обработки – напряжения, величины тока и окружной скорости диска. В соответствии с режимом может быть получена различная чистота поверхности, начиная от обдирки и кончая доводкой. Анодно-механическую обработку применяют в качестве чернового метода обработки направленных деталей с высокой твердостью поверхностного слоя. При анодно-механической обработке в качестве анода используют обрабатываемую деталь, а катодом служит чугунный или стальной диск. В зону обработки непрерывно подается электролит, в качестве которого обычно используют водный раствор жидкого стекла. При электролизе происходит растворение металла детали и одновременно на аноде образуется пленка кремнекислых соединений, которая препятствует дальнейшему протеканию процесса анодного травления. Удаление пленки кремнекислых соединений достигается механическим воздействием катодного диска. При сближении анода и катода резко возрастает плотность тока, что приводит к оплавлению металла на вершинах неровностей. Таким образом процесс анодно-механической обработки является следствием электрохимического, электротермического и механического воздействия на обрабатываемую поверхность детали. В зависимости от требуемой шероховатости поверхности детали при анодно-механической обработке применяют режимы: плотность тока,  $A/dm^2$  - 100 – 800, напряжение тока, В - 5 – 20, скорость взаимного перемещения детали и инструмента, м/с - 20 – 30. Обработка при больших значениях параметров режима обеспечивает шероховатость поверхности детали в пределах от 4-го до 5-го класса ( $R_z = 40 - 10$  мкм), а при меньших в пределах от 8-го до 9-го класса ( $R_a = 0,63 - 0,16$  мкм). Анодно-механическая обработка вызывает структурные изменения в поверхностном слое металла, поэтому окончательную обработку деталей рекомендуется проводить обычным шлифованием абразивными кругами. Электроискровая обработка в ремонтном производстве применяется для размерной обработки деталей, их восстановления наращиванием металла и упрочнения рабочих поверхностей. Сущность процесса электроискровой обработки заключается в разрушении металла при электрическом искровом разряде между электродами. Режим электроискровой обработки в зависимости от силы тока в разрядной цепи и напряжения подразделяют на три группы: жесткий - сила тока более 10А, напряжение более 100 В; средний – сила тока от 1 до 10 А, напряжение от 50 до 100В; мягкий – сила тока менее 1А, напряжение менее 50В. Обработка на жестком режиме обеспечивает высокую скорость снятия металлов, но большую шероховатость поверхности детали. Мягкие режимы применяют при чистовой обработке. Хонингование - вид абразивной обработки материалов с применением хонинговальных головок (хонов). В основном применяется для обработки внутренних цилиндрических поверхностей путём совмещения вращательного и возвратно-поступательного движения хона с закреплёнными на нём раздвижными абразивными брусками с обильным орошением обрабатываемой поверхности смазочно-охлаждающей жидкостью. Это один из видов чистовых и отделочных обработок резанием. Он позволяет получить отверстие с отклонением от цилиндричности до 0,01мм и шероховатостью поверхности  $R_a=0,63\div 0,04$ . При ультразвуковой обработке металлов механическое разрушение тонкого поверхностного слоя производится мелкими зёрнами твердых шлифовальных материалов, которым сообщается очень большое ускорение. Это ускорение создается стержнем с наконечником из материала более мягкого, чем обрабатываемый металл, имеющим форму поперечного сечения образуемого отверстия. Сущность электрохимикомеханической обработки в том, что под давлением электрического тока электролит растворяет металл и образует на нем тонкий поверхностный слой пониженной прочности, который легко снимают инструментом. Одновременно происходит разрушение металла возникающими электроискровыми явлениями. Искры проскакивают через заполненное электролитом небольшое пространство между инструментом и неровностями на поверхности металла и вызывают эрозию. В данном случае инструмент, соединенный с отрицательным плюсом, служит катодом, а заготовка, соединенная с

положительным плюсом, анодом.Ниже приведены параметры шероховатости при восстановлении деталей.

**Таблица 5**

Параметры шероховатости различных методов обработки деталей при их восстановлении

| Вид обработки                | Параметры шероховатости;Ra,мкм |
|------------------------------|--------------------------------|
| Нарезание резьбы             |                                |
| а) круглой                   | 12,5 – 8,5                     |
| б) рваной                    | 90 – 100                       |
| Пескоструйный, дробеструйный | 50 – 60                        |
| Обработка трением            | 25 – 12,5                      |
| Анодно-механический          | 25 – 50                        |
| Электроискровой              | 30 – 40                        |
| Хонингование                 | 0,80 – 0,40                    |
| Ультразвуковая               | 3,2 – 1,6                      |
| Электрохимикомеханическая    | 12,5 – 6,3                     |

Как видно из таблиц, существуют методы обработки как при изготовлении, так и при восстановлении, которые могут обеспечивать шероховатость в многих изделиях от максимальных до минимальных. Это дает возможность использовать их для различных целей – для изготовления поверхностей и для подготовки шероховатых поверхностей при нанесении покрытий напылением.

#### **Список использованных источников**

1. Суслов А.Г. (ред.) Инженерия поверхности деталей  
Монография.М.:Машиностроение, 2008. – 320 с. ISBN 978-5-217-03427-7
2. Н90 С.Нураков. Основы технология машиностроения. – Астана: ЕНУ им. Гумилева, 2008 – 190с.; табл.
3. С.Нураков. Технология производства и ремонта строительных машин (учебное пособие по курсовому проектированию для студентов механических специальностей) – Алма-Ата, 1993, с 261, ISBN – 5-8380-0944-6
4. Справочник технолога – машиностроителя: в 2-х т./ Под ред. А.Г. Косиловой. – М.:Машиностроение, 1972.
5. Справочник технолога авторемонтного производства./ Под ред. Б.А. Малышева. – М.:Машгиз, 1974
6. Крагельский И.В. Трение и износ: 2-е изд., перераб. и доп. – М.:Машиностроение, 1968. – 480с.

УДК 625.768Б

### **ОБОСНОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯГОВЫХ СИЛ НА КОЛЕСАХ ПОЛНОПРИВОДНЫХ МАШИН**

**Нусупбек Жанибек Тасыбекұлы, Тасыбеков Жандос Тасыбекұлы**  
[tas-bek@mail.ru](mailto:tas-bek@mail.ru)

К.т.н., старший преподаватель КАТУ имени С.Сейфулина,  
Астана, Казахстан

Научный руководитель – Т.Н. Бекенов

Тенденция повышения требований к эффективности колесных машин обуславливает необходимость дальнейшего совершенствования конструкции шасси, и в том числе переход