

# Повышение износостойкости деталей ходовой части бульдозеров фирмы «Син Катерпиллер Мицубиси»

**В последние годы требования к конструктивному исполнению бульдозеров в США, Японии, Китае и других странах постоянно ужесточаются, поскольку пользователи строительного оборудования желают иметь надежную и высокоэффективную технику.**

Значительному изнашиванию в процессе эксплуатации бульдозеров подвергается ходовая часть, что связано со спецификой работы этого оборудования. Различные виды износа ходовой части оказывают наибольшее влияние на производительность машины. Повышение износостойкости и срока службы (ресурса) деталей ходовой части значительно снижает стоимость обслуживания и в целом эксплуатации бульдозеров.

Отдельные детали и узлы, износ которых в наибольшей степени влияет на жизнестойкость ходовой части (рис. 1): зубчатое колесо (звездочка); башмаки гусениц; опорные катки; сегменты ведущего колеса; направляющие выступы; соединительные узлы (штифты, втулки-соединители траков гусениц). Износ ответственных деталей прогрессирует по мере эксплуатации бульдозеров и в основном происходит вследствие контакта трущихся деталей с грунтом. Каждая деталь ходовой части для увеличения ее срока службы требует повышенного ухода в зависимости от активности эксплуатации и взаимодействия с окружающими предметами и средой. Для этого необходимо выполнение следующих положений:

– снижение контакта с источниками воздействия на детали либо существенное изменение конструкции;

– изготовление деталей ходовой части из износостойкого материала;  
– общее повышение износостойкости другими известными способами.

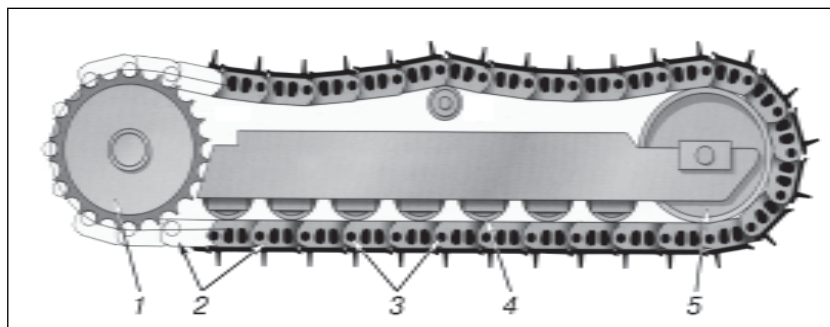
Фирмы, занимающиеся выпуском и поставками бульдозеров, разрабатывают специальные сорта смазок для обеспечения требуемого контакта штифтов и втулок, изменяют конструкцию ходовой части, внедряют так называемые системы RBT (Rotating Bushing Track – системы со свободно вращающимися втулками), вводят другие прогрессивные технологические методики. Примером усовершенствования (модификации) деталей ходовой части является увеличение глубины закаленного слоя, повышение прочности. Для этого проводят насыщение поверхности деталей углеродом, соединениями бора, используют улучшенные процессы закалки и т. д. Для увеличения износостойкости поверхности деталей применяют высокочастотные методы закалки (следует принимать во внимание и твердость внешней поверхности деталей, и глубину закаливаемого слоя). В общем, для увеличения износостойкости поверхности стремятся увеличить толщину слоя закалки и диаметр используемых в ходовой части втулок.

Например, активный износ втулок-соединений оказывает существенное влияние на износ сегментов ведущего колеса. Если происходит увеличение шага гусениц при прогрессирующем износе внутренних поверхностей втулок, то возникают нарушения в режимах зацепления гусениц и ведущего колеса, износ же ведущего колеса приводит к увеличению зазора при зацеплении. Следует отметить некоторые особенности: износ ряда деталей оказывает влияние на другие сопряженные с ними детали ходовой части, и в случае активного развития износа необходима замена этих деталей, возможно, до истечения их срока службы.

В статье в качестве примера использования улучшенных материалов для изготовления деталей ходовой части рассматриваются так называемые *тафустали* разработки фирмы «Син Катерпиллер Мицубиси».

**Рис. 1. Основные элементы ходовой части бульдозера:**

- 1 – ведущее колесо;
- 2 – звенья гусениц;
- 3 – штифты и втулки;
- 4 – опорные катки;
- 5 – направляющее колесо



**Использование тафусталей.** Предлагаемые материалы разработаны для повышения износостойкости деталей инструментов типа GET (Ground Engaging Tool – инструменты для разработки грунтов). Подобные материалы применяются для изготовления, например, ответственных деталей ковшей экскаваторов и других деталей, работающих в контакте с грунтами, песком, гравием; область их применения – оборудование для особо тяжелых условий работы. Если на старых деталях ходовой части износ прогрессирует, то их заменяют новыми, изготовленными из тафусталей. Срок службы новых деталей увеличивается, что в свою очередь уменьшает затраты на эксплуатацию ходовой части и повышает эффективность использования оборудования.

Специалисты фирмы различают два типа износа узлов и деталей ходовой части:

*износ типа «гаудзингу»\** возникает при действии на детали ударных нагрузок во время работы на тяжелых каменистых грунтах; например, воздействие многочисленных дробленых камней на ответственные элементы ковша экскаватора, возможно даже «дробильное» разрушение его элементов, хотя обычно дело сводится к возникновению дефектов на поверхности деталей. Для противодействия такому износу необходимо обеспечивать высокую поверхностную прочность деталей;

*износ типа «гураиндингу»\** возникает при действии значительных усилий между сопрягаемыми деталями, когда между ними попадают частицы песка или другого абразивного материала, что обычно происходит незаметно. Для противодействия такому износу требуются увеличение глубины прочностной обработки и достаточно высокая поверхностная твердость. При проведении соответствующей термической обработки деталей обычно удается достичь необходимой твердости поверхности деталей и таким образом замедлить их износ.

Соответствующие материалы и выполненная должным образом термическая обработка противодействуют указанным типам износа. В настоящее время разрабатываются более эффективные методы упрочнения деталей. Тафустали, полученные в результате исследований химического состава и методов термической обработки сталей, обеспечивают высокое противодействие внешним факторам и высокую усталостную прочность.

\* Наименование типов износа на языке оригинала.

Еще одной особенностью тафусталей является стойкость к воздействию высоких температур, которая значительно выше, чем у обычных сталей. Благодаря этому практически не изменяется поверхностная твердость с повышением температуры и износостойкость при работе с тяжелыми грунтами и материалами.

*Свойства тафусталей:* высокая стойкость к разрушению; стойкость при высокой температуре. По наиболее важным показателям такие материалы пригодны для изготовления деталей бульдозеров, что позволяет противостоять обоим типам износа.

По результатам экспериментов сделан вывод о том, что износ типа «гаудзингу» отчетливо виден на деталях из обычных сталей и почти не виден на деталях из тафусталей, что подтверждает их высокую износостойкость.

В результате применения тафусталей для изготовления деталей ходовой части бульдозера можно достичь увеличения их срока службы на 15–30%; предотвратить разрушение от износа типа «Гаудзингу», не изменяя конструктивных параметров ходовой части. В настоящее время тафустали находят широкое применение при изготовлении инструментов типа GET.

**Применение тафусталей для изготовления сегментов ведущего колеса.** Использовать тафустали для изготовления сегментов ведущих колес ходовой части впервые предложили специалисты фирм-производителей мощных бульдозеров. Сегменты ведущих колес, изготавливаемые фирмой «Син Катерпиллер Мицубиси», – съемные, с болтовым креплением, предусмотрена их упрощенная замена, что позволяет сократить время простоя оборудования. Сегменты ведущих колес вместе с соединительными втулками представляют собой узлы, служащие для передачи вращающего момента и приводных усилий на гусеницу. При эксплуатации в зазоры попадает песок, грунт, мелкие камни, поэтому противостоять износу сегментов ведущих колес и соединительных втулок могут только детали, изготовленные из соответствующего материала по технологии производства инструментов типа GET. Следует помнить, что одновременно с износом сегменты ведущих колес подвергаются сильному нагреву. Для устойчивой работы при действии высоких температур и снижения износа деталей требуется соблюдать комплекс конструктивных, технологических и эксплуатационных мер.

**Применение сегментов ведущих колес из тафусталей в ходовой части бульдозеров класса 40 т.** При обычных условиях эксплуатации сроки служ-

бы соединительных втулок и сегментов ведущих колес примерно одинаковые, но разработчики стремятся увеличить время их эксплуатации. Однако вследствие специфических условий эксплуатации бульдозеров класса 40 т срок службы по износу втулок по сравнению со сроком службы сегментов ведущих колес почти всегда оказывается значительно меньше. Если на практике замена сегментов происходит до замены соединительных втулок, то на это должно быть дано разрешение соответствующих служб. Для решения возникающих проблем на фирме «Син Катерпиллер Мицубиси» проводятся оценочные испытания, а для повышения общего ресурса ходовой части предлагается изготавливать сегменты ведущих колес из тафусталей. Подобная опытная практика применяется на фирме-изготовителе бульдозеров класса 40 т. Сегменты ведущих колес, изготовленные из обычных материалов и установленные на ходовой части бульдозеров, имеют меньший срок службы по сравнению с сегментами из тафусталей. В связи с

этим на фирме был проведен ряд сравнительных испытаний, результаты которых приведены в виде диаграмм износа сегментов ведущих колес (рис. 2) и соединительных втулок (рис. 3). На рисунках видно, что срок службы ходовой части по износу в значительной степени зависит от условий эксплуатации бульдозеров и влияния окружающей среды. На рис. 2 видно (и это подтверждают результаты экспериментов), что независимо от нагружения и воздействий окружающей среды сегменты ведущих колес из тафусталей имеют срок службы на 30–60% больший, чем сегменты из обычных материалов. На рис. 3 видно, что срок службы по износу соединительных втулок также имеет тенденцию к повышению, даже если срок службы сегментов ведущих колес не возрастает. Сроки замены соединительных втулок целесообразно согласовывать с периодами и сроками замены сегментов.

Состояние износа сегментов ведущих колес после экспериментальных проверок хорошо видно на рис. 4. Сегменты, изготовленные из тафусталей (рис. 4, а), относительно хорошо сохранили первоначальную форму, их зубья находятся в состоянии начального износа, в то время как сегменты из обычных материалов (рис. 4, б) имеют предельную степень износа. Условия передачи приводных усилий на гусеницы в первом случае (эти усилия передаются от сегментов ведущих колес на соединительные втулки) еще сохраняются. Дальнейшее использование изношенных сегментов ведущих колес из обычных материалов невозможно.

*Сегменты ведущих колес ходовой части мощных бульдозеров, изготовленные из тафусталей, имеют более высокую надежность.*

**Применение сегментов ведущих колес из тафусталей в ходовой части малогабаритных бульдозеров.** Малогабаритные бульдозеры фирмы «Син Катерпиллер Мицубиси» можно встретить на основных рынках мира. Износ сегментов ведущих колес из тафусталей также удовлетворительный, имеет место тенденция к снижению износа. Результаты проведенных проверок говорят о следующем: по сравнению с конкурирующими образцами оборудования внешний диаметр соединительных втулок больше, срок службы втулок по износу повышен примерно на 30%.

Касаясь улучшения качества и снижения износа соединительных втулок, следует отметить, что увеличение диаметра втулок сопровождается уменьшением толщины зубьев сегментов, а это приводит, с одной стороны, к снижению износа сегментов, а с другой — к

Рис. 2. Диаграмма износа сегментов ведущих колес, изготовленных из тафусталей 1 и обычных материалов 2

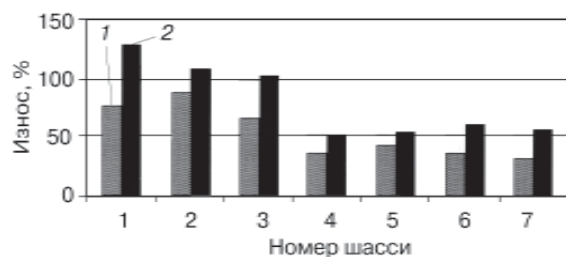


Рис. 3. Диаграмма износа соединительных втулок, изготовленных из тафусталей 1 и обычных материалов 2

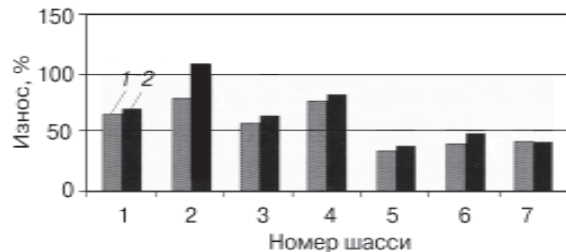
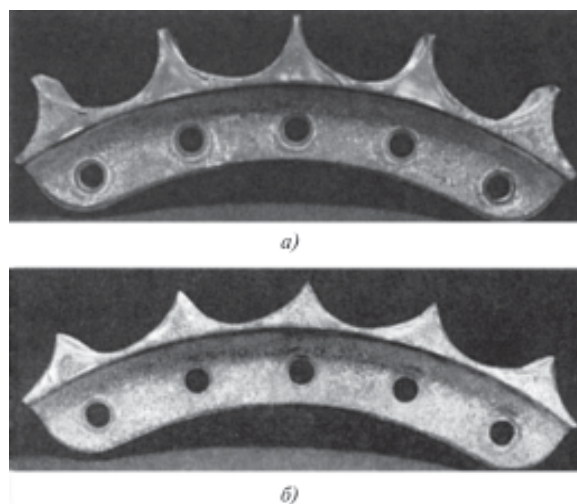


Рис. 4. Износ сегментов ведущих колес ходовой части бульдозера: а — сегменты из тафусталей; б — сегменты из обычных материалов



сокращению их срока службы. При этом благодаря использованию в качестве материала втулок тафусталей можно ожидать увеличения срока службы по износу сопряженных деталей. Увеличение диаметра соединительных втулок, изготовление сегментов ведущих колес из тафусталей — пути увеличения ресурса ходовой части.

Для проверки степени повышения ресурса проводились исследования бульдозеров класса 6 т фирмы «Син Катерпиллер Мицубиси», в том числе испытывалась ходовая часть, детали которой были изготовлены из обычных материалов. Результаты испытаний в виде диаграммы приведены на рис. 5, на котором указан срок службы по износу исследуемых соединительных втулок разного диаметра. Увеличение срока службы по износу составило в среднем до 50% (минимальное до 20%, максимальное до 126%) в результате мер по улучшению этого параметра для соединительных втулок и сегментов ведущих колес из обычных материалов. Это позволяет достичь повышения ресурса примерно на 30% по сравнению со сроком службы по износу, определенному как исходному в начале исследований. В процессе проведения экспериментов для каждого испытываемого бульдозера имели место отклонения в сроке службы ходовой части, что объясняется различающимися условиями проведения работ и параметрами окружающей среды, влияющими на работу ходовой части.

Можно ожидать увеличения срока службы по износу соединительных втулок и за счет увеличения диаметра. Этот результат достигается в сочетании с изготовлением сегментов ведущих колес из тафусталей. Добиваясь сбалансированного срока службы по износу втулок и сегментов, можно рассчитывать на повышение срока службы по износу всей ходовой части.

На основе результатов испытаний на фирме «Син Катерпиллер Мицубиси» началось изготовление сегментов из тафусталей и соединительных втулок увеличенного диаметра, что позволит увеличить общий срок службы бульдозеров.

**Статья знакомит специалистов с проблемами использования тафусталей для изготовления сегментов ведущих колес, применяемых в ходовой части мощных и малогабаритных бульдозеров. В настоящее время на фирме «Син Катерпиллер Мицубиси» продолжается внедрение разработанных новаций**

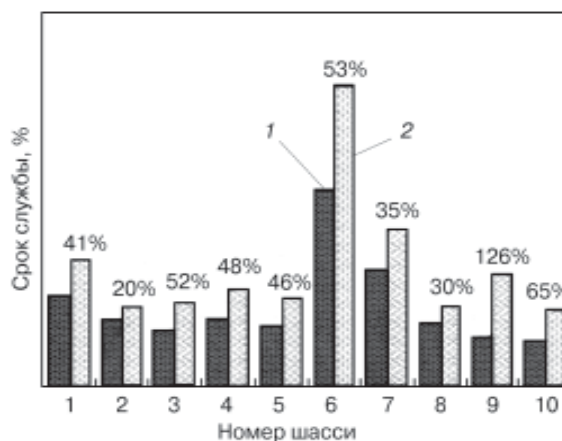


Рис. 5. Диаграмма изменения срока службы по износу исследуемых соединительных втулок различного диаметра:

1 — втулки малого диаметра; 2 — втулки увеличенного диаметра; цифры в процентах на диаграмме указывают на разность в сроках службы втулок (за 100% принят износ втулок малого диаметра)

**в производство бульдозеров, совершенствование конструкций ходовой части, расширение области применения таких машин. Особое внимание уделяется увеличению срока службы деталей ходовой части шасси.**

*(По материалам зарубежной информации)*

**СДМ**