

В диссертационный совет
Д 24.2.380.05
при ФГБОУ ВО «Санкт –
Петербургский государственный
архитектурно- строительный
университет»
190005, Санкт-Петербург, 2-я
Красноармейская ул., д.4
E-mail: rector@spbgasu.ru

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук, доцента
Ватулина Яна Семеновича на диссертационную работу ЩЕРБАКОВА
Александра Павловича «Выбор и обоснование параметров конструкции и
свойств материалов рабочих органов дорожно-строительных машин»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических
наук по специальности 2.5.11. Наземные транспортно-технологические
средства и комплексы.

1. Объем и структура диссертационной работы

Оппонируемая диссертация состоит из введения, четырех глав,
заключения, списка литературных источников из 134 наименований.
Работа содержит 182 страницы, включая 71 рисунок, 19 таблиц и 2
приложения.

2. Актуальность темы диссертационной работы

Дорожно-строительные машины работают в условиях действия
механических напряжений, экстремальных температур, природных и
технологических коррозионно-активных сред, инициирующих
возникновение и накопление повреждений, приводящих со временем к
нарушению их работоспособности. Преобладающая часть парка машин
имеет поверхностный контакт с рабочей средой, эксплуатируется в очень
жёстких режимах, вызывающих интенсивное развитие различных
износных и коррозионных процессов.

В процессе работы конструкции могут находиться под действием
широкого спектра нагрузок, что приводит к сложной картине
распределения напряжений и деформаций в конструктивных элементах.
Характер такого распределения зависит от большого числа факторов,
основными из которых являются геометрическая и физическая неоднородность,
термомеханические свойства материалов, конструктивно-
технологическое оформление, свойства рабочей среды,

продолжительность эксплуатации, наличие повреждений.

Фактически все процессы, связанные с воздействием рабочих сред, ускоряются под действием механических напряжений. Наиболее сильно этот эффект проявляется в режиме динамического пластического течения, который реализуется в областях перенапряжения металла при повторно-статических нагрузках.

В частности, элементы дорожно-строительных машин, выполняющих функции разрушения пород (коронки, зубья рабочих органов) в верхней части сечения подвергаются ударно-абразивному износу, в то время как нижняя часть сечения подвержена в основном абразивному износу и работает на истирание. При этом износ нижней рабочей части происходит значительно быстрее. Практика эксплуатации оборудования показывает характерную тенденцию износных явлений посадочных мест креплений зубьев, образования остаточной пластической деформации и разрушения щек зубьев, пяты засова, адаптеров коронок.

Дальнейшее совершенствование конструкций дорожно-строительных машин требует детального изучения работы элементов в условиях ударно-абразивного износа, исследование возможности использования перспективных материалов, обладающих высокими показателями физико-механических свойств, совершенствования расчетных схем элементов машин, учитывающих особенности условий эксплуатации.

Исследованием конструкций и условий эксплуатации дорожно-строительных машин занимались научные школы Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета (СПбГАСУ), Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета (СибАДИ) и т. д. Известны труды В. И. Баловнева, В. Е. Гордиенко, Н. Г. Гринчара, Ю. И. Густова, В. А. Зорина, В. Н. Кузнецовой, К. П. Манжулы, И. А. Недорезова, А. К. Рейша, С. В. Репина, В. В. Савинкина, В. С. Щербакова, С.К. Коровина и многих других.

Появление новых классов ультрадисперсных (наноструктурных) материалов, обладающих необычной атомно-кристаллической решеткой, с уникальными физико-механическими характеристиками (стр. 19), позволяют реализовать конструктивные элементы дорожно-строительных машин, с принципиально новыми эксплуатационными свойствами по критерию предела прочности, текучести, выносливости, твердости, износостойкости и трещиностойкости. В настоящее время в опубликованных трудах недостаточно внимания уделено вопросам практического применения этих материалов, что затрудняет разработку рекомендаций по проектированию узлов и деталей дорожно-строительных машин, обеспечивающих высокую надежность оборудования, поэтому рассматриваемая работа является актуальной.

Щербаков Александр Павлович подошел к решению этого вопроса комплексно и с системных позиций: предложил научно обоснованную теорию формирования физико-механических свойств сталей в зависимости размеров зерна сталей 09Г2С и 30МnВ5 от количества

термоциклов обработки, исследовал возможности применения термоциклической обработки для измельчения зерна исследуемых материалов – сталей 09Г2С и 30МnВ5.

3. Научная новизна исследований и полученных результатов

В результате эксперимента получены новые научные результаты:

- Установлена зависимость между размером зерна и прочностными характеристиками сталей 09Г2С и 30МnВ5 при проведении ТЦО. Показано, что для стали 30МnВ5 уменьшение зерна при проведении ТЦО продолжается вплоть до десятого цикла, в то время как для стали 09Г2С процесс уменьшения размера зерна при проведении ТЦО выходит на плато на четвертом цикле.
- Получен комплекс исследованных физико-механических характеристик для сталей 09Г2С и 30МnВ5. Описаны зависимости между размером зерна сталей и их механическими характеристиками при проведении сжатия, растяжения и изгиба. Для стали 30МnВ5 механические характеристики (пределы прочности и текучести) при различных циклах ТЦО определены впервые.

4. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность

В рассматриваемой диссертации проанализирована степень достоверности результатов проведенных исследований обоснована применением общепринятых методов и методик выполнения теоретических и экспериментальных исследований, использованием стандартизованных методик измерения и последующего анализа результатов; подтверждена сопоставимостью теоретических и экспериментальных результатов, их практическим использованием; обеспечена применением сертифицированных средств измерения, обеспечивающих надлежащую точность, и согласованностью полученных результатов теоретических исследований и эксперимента. По теме диссертации автором опубликовано 11 работ в изданиях из перечня ВАК и 10 научных статей, опубликованных в изданиях, включенных в международную базу научного цитирования Scopus. Кроме того, соискателем изданы две монографии и один патент на изобретение. Все публикации правильно и полностью отражают новые научные положения и результаты, изложенные в диссертации. Результаты работы докладывались на 9 международных и всероссийских научных конференциях.

5. Научная значимость работы

Научная значимость представленной работы определяется полученными функциональными зависимостями размеров зерна и прочностными свойствами сталей 09Г2С и 30МnB5 при различных технологиях термоциклической обработки, результатами исследования механических характеристик указанных сталей, и оценкой предела выносливости, износостойкости и коэффициента интенсивности напряжений, что в конечном итоге позволяет адекватно оценить несущую способность элемента и его надежность.

В качестве **новых научных результатов**, полученных лично автором, следует **выделить** предложение повышения механических характеристик рабочих органов путем применения термоциклической обработки в качестве технологической операции для получения мелкозернистой структуры, результаты экспериментальных исследований характеристик стали 30МnB5, которая рассмотрена в качестве замены применяемой (09Г2С).

6. Практическая значимость

Практическая значимость диссертации определяется следующими результатами, полученными лично соискателем: обоснование целесообразности и разработка рекомендаций замены применяемого материала рабочих органов стали 09Г2С на 30МnB5 с целью повышения надежности дорожно-строительных машин. Результаты исследования подтверждены актами внедрения ряда предприятий.

7. Теоретическая значимость

Теоретическая значимость диссертации заключается во вкладе в развитие теории физико-механических свойств сталей, заключающемся в исследовании зависимости размеров зерна структуры сталей от количества циклов термоциклов.

8. Вопросы и замечания

Положительно оценивая рассматриваемую работу в целом, отмечая ее высокий научный уровень, степень обоснованности научных положений, практическую значимость выводов и рекомендаций, стоит отметить ряд замечаний.

1. В разделе 1.2.6. среди поверхностных методов обработки деталей не рассматриваются методы обработки материалов импульсным давлением в процессах взрывного, электроимпульсного, магнитно-импульсного способов нагружения, применяемые с целью изменения доменной текстуры, устранения дефектов в кристаллической решетке, выравнивая внутренних напряжений в конструкции.
2. В разделе 2.1.2. критерии работоспособности дорожно-строительных машин рассматриваются взаимосвязанные показатели машины, как надежность, долговечность и безотказность работы (стр. 40 «...формирует такие взаимосвязанные показатели машины, как надежность, долговечность и безотказность работы.»), хотя согласно ГОСТ Р 27.101-2021 «Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения», надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать в себя безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость, или определенные сочетания этих свойств.
3. Вызывает сомнение (стр. 82, рис. 3.9) примененное в расчетной схеме исследуемого объекта граничное условие крепления зуба в виде неподвижной фиксации (Fixed Support) – ограничение всех степеней свободы выбранной поверхности. Болтовое (винтовое) соединение с зазором корректно моделируется группой опор типа закрепление без трения (Frictionless Support), запрещающая перемещение по нормали к выбранной поверхности, а также закрепление сжатия (CompressionOnlySupport), используемой для фиксации цилиндрической поверхности отверстий крепления, где контактная форма участка сжимаемой стороны остается неизменной, а сторона, работающая на растяжение, подвергается деформации. Вид опирания конструкции в значительной степени оказывает влияние на диссипацию энергии в элементе.
4. Задача повышения надежности элементов дорожно-строительных машин должна решаться в комплексе, с учетом свойств и особенностей взаимодействия деталей узлов механизмов. В частности, применение более прочного и износостойкого компонента (зуба) узла сопряженных элементов неизбежно приведет к интенсивному износу и разрушению посадочных мест корпуса ковша.
5. Следовало бы выполнить численный эксперимент сравнения параметров трещиностойкости изделия из рассматриваемых материалов в режиме динамического нагружения.
6. На стр. 17 автор отмечает одновременное действие на зуб растягивающего (или сжимающего) и изгибающего усилий. В п. 4.2.2 (стр. 112) автор рассматривает расчетную схему зуба в виде консольно-защемленной балки, нагруженной только поперечной силой, что не отражает в полной мере условия работы элемента на практике.

9. Выводы и рекомендации

Выводы и результаты диссертации могут быть использованы при модернизации существующего парка дорожно-строительных машин, с целью совершенствования рабочего оборудования, увеличения его срока службы, и повышения надежности эксплуатации. Результаты исследования зависимости размеров зерна сталей 09Г2С и 30МпВ5 от количества термоциклов обработки, математические модели нагружения зуба ковша экскаватора могут быть также полезны в учебных программах вузов в рамках подготовки обучающихся по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» по специализации «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование» по направлению 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» по профилю «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование» в рамках магистратуры, а также при подготовке кадров высшей квалификации.

Приведенные выше замечания не влияют на основные выводы и результаты, не снижают научно-практической значимости работы. Сформулированные соискателем выводы и практические рекомендации могут быть использованы при оценке различных аспектов повышения долговечности наземных транспортно-технологических средств и комплексов при их эксплуатации.

10. Общее заключение

1. Автореферат и опубликованные работы правильно и полностью отражают новые научные положения и результаты, изложенные в диссертации. Оформление соответствует требованиями ВАК РФ. Стиль изложения способствует пониманию диссертации и позволяет объективно оценить личный вклад автора и полученные результаты исследования.

2. Диссертация Щербакова Александра Павловича является законченной научно-квалификационной работой, обладающей внутренним единством, и правильно отражает личный вклад автора в решение актуальной и практически значимой задачи по совершенствованию рабочего оборудования дорожно-строительных машин.

3. Считаю, что диссертационная работа Щербакова Александра Павловича «Выбор и обоснование параметров конструкции и свойств материалов рабочих органов дорожно-строительных машин» отвечает требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842 (ред. от 18.03.2023), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель Щербаков Александр

Павлович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы.

Официальный оппонент,
Ватулин Ян Семенович, кандидат
технических наук, специальность:
05.05.04 – Дорожные, строительные и
подъемно-транспортные машины;
доцент кафедры «Наземные
транспортно-технологические
комплексы» ФГБОУ ВО «Петербургский
государственный университет путей
сообщения Императора Александра I»

Ян Семенович
Ватулин

27.04.2023

Контактные данные:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Петербургский государственный университет
путей сообщения Императора Александра I»,
Адрес 190031, Северо-Западный федеральный округ, Санкт-Петербург,
Московский пр., 9.

Контактный телефон +7 (812) 315 2621

E-mail: yan-roos@yandex.ru

Подпись руки	<i>Ватулина Я. С.</i>
удостоверяю.	
Начальник Службы	управления персоналом
университета	Е. Егоров
« 27 »	04 2023

