

**Секция «Технологическое обеспечение
качества»**

А.А. Акулинин
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент С.В. Гусев
*Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23*

Применение прогрессивных методов обработки

Применение прогрессивных методов обработки и нового прогрессивного оборудования обуславливает высокие показатели в механической обработке деталей, а также упрощает технологический процесс за счет снижения пригоночных операций. Взаимосвязь технологического оборудования, инструмента, оснастки методов контроля являются, при создании технологического процесса базой для технолога, при решении и выборе различных вариантов. Для окончательной обработки отверстия $\Phi 35H7$ в детали «Корпус ЕИ 8.020.102» (материал – сплав АК12) на обрабатывающем центре V-10 спроектирована специальная расточная оправка с резцом расточным с пластиной из твердого сплава Т15К6. Марка режущей пластины выбрана, исходя из точности отверстия, подачи, скорости резания. Оправка крепится в инструментальном магазине станка с ЧПУ.

Оправка расточная состоит из державки поз. 2 и резца расточного поз. 5. Резец расточной имеет пластину из твердого сплава Т15К6, лимб-гайку и винт регулировочный. За счет вращения лимб-гайки возможно перемещение резца от исходного положения до 1,5 мм. Коническая поверхность державки поз. 2 с конусом Морзе №4 предназначена для крепления в шпинделе станка. Геометрические параметры резца:

- передний угол $\gamma = 8^\circ$;
- задний угол по пластине $\beta = 8^\circ$;
- по державке $\beta = 14^\circ$;
- по режущей кромке $\beta = 6^\circ$.

Резец имеет на передней поверхности фаску $2^{-0,5}$ мм. Державка имеет лыску на $\varnothing 20$ мм для установки и фиксирования в патроне. Пластина припаивается припоем ПСр40 ГОСТ 19739-74, толщина припоя 0,1 мм.

Резец устанавливается в отверстие ползуна и зажимается при помощи винта поз. 6. При сборке патрона после закрепления втулки клином, шлифовать окончательно отверстие $\varnothing 20^{+0,021}$ мм относительно оси конуса.

Шлицевая втулка устанавливается в расточенное отверстие патрона, который имеет поверхности для схвата рукой оператора для смены конической поверхности для закрепления в шпинделе.

В исходном положении при размере $14,5^{+0,1}$ мм торцы должны находиться в одной плоскости, допускается разновысотность 0,2 мм. Допускается выдвижение ползуна от данного исходного положения на величину 1,5 мм за счет вращения лимба.

Е.И. Анохина, Д.А. Великий, Е.А. Гоголева, И.С. Дашков
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент И.А. Телков
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23

Применение принципа "поставщик-потребитель" в системе управления качеством

Системы управления качеством образуют основу нового подхода к вопросам управления качеством. Стандарты содержат требования и общие рекомендации. Однако в них отсутствует описание методов, с помощью которых изложенные требования и рекомендации могут быть реализованы. Разработчики стандартов полагаются на инициативу и творчество конкретных исполнителей, которые в своих специфических условиях применяют требования и рекомендации стандартов.

Требования системы управления качеством: наличие стандартного языка документирования процессов управления качеством; наличие системы отслеживания и получения подтверждения того, что процессы управления качеством применяются корректно на всем предприятии; наличие подтверждения - аудита, сертификации - от третьей стороны.

Основным отличием системы управления качеством является ориентированность всего производства в целом и каждой операции по отдельности на потребителя продукции.

Если ориентированность производства на потребителя понятна, то ориентированность каждой операции (в особенности заготовительных и начальных) вызывает значительные затруднения.

Если обратиться к методике технологического обеспечения качества деталей, то можно утверждать, что наиболее рациональное построение технологического процесса в машиностроении основано на анализе требований, направленных от конечных стадий производства к начальным, т. е. от сборки к получению заготовок.

Например, на сборку деталь должна поступать с определенными показателями качества, обозначенными конструктором на ее чертеже. Используя рекомендации по экономически целесообразным возможностям методов обработки (точность, шероховатость, волнистость, микротвердость), можно выбрать метод окончательной обработки (последнюю операцию).

Далее, используя рекомендации методик технологического обеспечения качества, можно определить показатели качества, которые необходимо получить на предыдущей операции для обеспечения выходных параметров на текущей.

И так шаг за шагом, подвигаясь вниз от сборки к получению заготовки, можно определить рациональный состав операций технологического процесса изготовления детали. В этих условиях можно предположить, что предыдущая операция является поставщиком, а последующая – потребителем. Тогда достаточно легко ориентировать каждую технологическую операцию (при необходимости и каждый технологический переход) на своего потребителя – более позднюю стадию производства.

На каждой операции механической обработки деталей решаются две задачи: удаление дефектного слоя, сформировавшегося на предшествующих операциях механической обработки; обеспечение параметров качества, необходимые для выполнения следующей операции.

При этом значительно проще учесть требования, существенные для производителей, для финансовой службы и для потребителя применительно к каждой отдельной операции.

Таким образом, используя методики технологического обеспечения качества значительно проще выполнить требования системы управления качеством.

Р. В. Большаков
Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор П.С. Шпаков
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23
E-mail: spsp01@rambler.ru

Методика определения расчётных значений прочностных характеристик

При определении параметров устойчивых карьерных откосов методами, основанными на теории предельного равновесия, в качестве исходных данных используются плотность пород γ и показатели сопротивления пород сдвигу (сцепление k и угол внутреннего трения ρ).

При решении задач устойчивости откосов в соответствии с «Методическими указаниями...» [1] в нормативные характеристики пород вводится коэффициент запаса n_3

$$k_p = k_n / n_3; \text{tg}\rho_p = \text{tg}\rho_n / n_3. \quad (1)$$

Полученные таким образом значения называются расчетными прочностными характеристиками. Коэффициенты запаса, вводимые в определенные из испытаний показатели, либо в общий коэффициент запаса устойчивости борта, учитывают их изменчивость, ошибки определения, связанные с методикой испытаний, анизотропией материала и прочими факторами. Однако значения этих коэффициентов назначаются на основе практики и не имеют строгого научного обоснования.

Физико-механические свойства горных пород определяются в результате лабораторных или натурных испытаний, проведенных для выборки образцов горных пород. Количество образцов и объемы испытаний могут быть весьма значительными, а полученные в результате испытаний данные носят статистический характер и являются оценками прочностных характеристик горных пород. Физико-механические характеристики изменчивы, зависят от большого количества различных факторов, среди которых трудно выделить доминирующий, поэтому для их оценки используется нормальный закон распределения.

Использование методов теории вероятностей и математической статистики дает возможность более строго и научно обоснованно определить расчетные характеристики прочностных показателей прибортового массива.

Интервальная оценка статистических характеристик позволяет выполнить оценку надежности их определения. Так как речь идет о прочностных характеристиках, участвующих в расчетах устойчивости прибортового массива, то в качестве расчетных должны приниматься характеристики, соответствующие нижней границе доверительного интервала, построенного с заданным уровнем вероятности.

Нормативное значение плотности каждого литологического типа горных пород обычно определяется как среднее (средневзвешенное) по месторождению либо по отдельным его участкам. Порядок определения нормативных показателей удельного сцепления k и угла внутреннего трения ρ регламентируется межгосударственным стандартом ГОСТ 20522-96 [2], который предполагает наличие линейной зависимости сопротивления породы сдвигу $\tau = f(P)$ от нормального давления. В результате статистической обработки экспериментальных данных определяем математическое ожидание (нормативное значение), дисперсию и среднеквадратическое отклонение сцепления и тангенса угла внутреннего трения пород.

Уравнение наилучшей прямой согласно ГОСТ 20522-96 записывается в виде

$$\tau = (\text{tg}\rho \pm \sigma_{\text{tg}\rho}) \cdot P + (k \pm \sigma_k), \quad (2)$$

т.е. погрешность сопротивления сдвигу определяется как

$$\sigma_\tau = \sigma_k + \sigma_{\text{tg}\rho} \cdot P. \quad (3)$$

Задаваясь уровнем надежности, строим границы доверительного интервала для величины τ

$$\tau = \bar{\tau} \pm t_p \sigma_{\tau} / \sqrt{N}, \quad (4)$$

где t_p — коэффициент распределения, определяемый по специальным таблицам [3] в зависимости от доверительной вероятности. N — общее число определений.

Осью симметрии доверительного интервала служит прямая максимального правдоподобия.

Таким образом, расчетные значения прочностных характеристик по ГОСТ 20522-96 соответствуют нижней границе доверительного интервала с заданным уровнем надежности.

Указанная методика статистической обработки результатов испытаний не учитывает коррелированности показателей $tg\rho$ и k .

Дисперсия сопротивления сдвигу для коррелированных показателей определяется, как

$$\sigma_{\tau}^2 = \sigma_k^2 + \sigma_{tg\rho}^2 \cdot p^2 + 2\eta_{k\,tg\rho} \cdot p \quad (5)$$

где η — корреляционное отношение, характеризующее степень взаимосвязи параметров k и $tg\rho$.

После подстановки (5) в (4) получим, что границами доверительного интервала служат две ветви гиперболы, осью симметрии для которых служит прямая максимального правдоподобия.

Доверительный интервал будет минимальным при средних значениях давления.

Численный пример обработки результатов испытаний образцов горных пород на сдвиг с построением границ доверительного интервала при $p = 95\%$, приведенный на рис. 1, наглядно демонстрирует все сказанное.

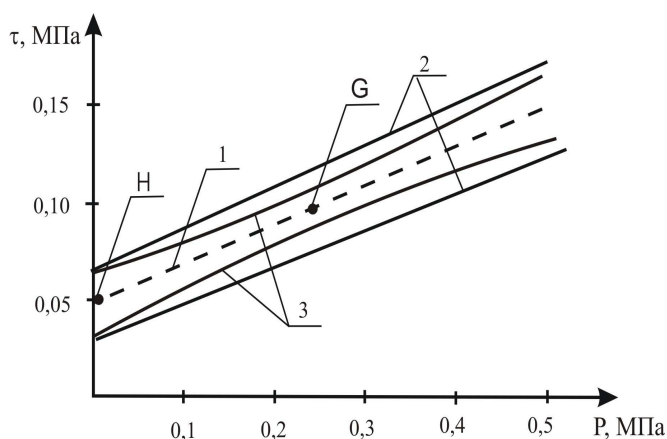


Рис. 1. Графики регрессионного анализа

1 — прямая максимального правдоподобия; 2 — границы доверительного интервала по ГОСТ 20522-96; 3 — границы доверительного интервала по предлагаемой методике.

Из анализа графиков следует, что наилучшая прямая «покачивается» вокруг центра тяжести экспериментальных точек (точка G), а из уравнения (2) следовало бы, что наилучшая прямая «покачивалась» бы вокруг точки H, что приводит к значительным ошибкам.

Таким образом, доверительный интервал, построенный с учетом коррелированности показателей k и $tg\rho$, имеет значительно меньшую ширину при одной и той же вероятности, поэтому расчетные значения прочностных характеристик пород, определенные по предложенной методике имеют более высокую степень надежности.

Литература

1. ВНИМИ. Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров. - Л., 1972. — 165 с.
2. ГОСТ 20522-96. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. - М.: Издательство стандартов, 1997.- 23 с.
3. Шпаков П.С., Попов В.Н. Статистическая обработка экспериментальных данных: Учебное пособие.- М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2003. — 268с.

А.В. Бусыгин
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Н.П.Мольков
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23
E-mail: sapres@mivlgu.ru

Анализ методов измерения вибраций при неразрушающем контроле состояния вращающихся деталей и узлов

Современные технологии требуют непрерывного контроля за многими параметрами технологического процесса и контроля состояния оборудования. Одними из важнейших являются параметры механического движения, в частности параметры периодических перемещений исследуемого объекта в пространстве (вибрации). Этими параметрами являются виброперемещение (амплитуда вибрации) и виброскорость (частота вибрации).

Использование виброакустических сигналов является перспективным методом неразрушающего контроля, для своевременного неразрушающего контроля и диагностики неисправностей деталей и узлов на ранней стадии зарождения. Однако существующие методы и алгоритмы анализа требуют сравнительно больших вычислительных мощностей, что затрудняет их использование в режиме реального времени и препятствует их широкому применению, ограничивая область стационарным применением. Поэтому задача правильного выбора алгоритмов и подбор пакетов для анализа подобных сигналов является актуальной задачей.

Подобный контроль необходим в различных областях, но особое значение имеет для непрерывного мониторинга состояния ответственных деталей, выход из строя которых может привести к тяжёлым последствиям, это в первую очередь касается автомобильной промышленности и железнодорожного и авиационного транспорта. неразрушающий мониторинг состояния наиболее ответственных узлов может значительно повысить безопасность перевозок.

Данная работа посвящена сравнительному анализу методов измерения вибраций и исследования виброакустических сигналов с целью выбора наиболее эффективных для применения в автоматизированных системах мониторинга.

Д.В. Быков
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Л.В. Силин
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23
E-mail: Armitp@yandex.ru

Анализ различным методов отделочной обработки поверхностей

Для получения точной и чистой окончательно отделанной поверхности применяют в зависимости от предъявляемых требований и назначения детали различные виды итоговой отделочной обработки. Наибольший интерес представляют три вида: тонкое (алмазное) точение, тонкое шлифование и отделочно-упрочняющая ультразвуковая обработка.

Тонкое (алмазное) точение - высокопроизводительный метод, применяется для отделочной обработки деталей. При тонком точении применяют алмазные резцы, резцы оснащенные твердосплавными пластинами и резцы с широкими режущими лезвиями. При обработке широкими резцами подача на оборот заготовки составляет 0,8 ширины лезвия, а глубина резания - не более 0,5 мм. Это приводит к уменьшению шероховатости обрабатываемой поверхности.

При тонком точении применяют быстроходные станки высокой жесткости и точности с частотой вращения шпинделя 1000 - 8000об/мин и выше, и с минимальными зазорами шпинделя в подшипниках, а также необходима качественная предварительная обработка поверхности заготовки.

Тонкое шлифование производят мягким мелкозернистыми кругами при больших скоростях его вращения (более 40 м/с) при малой скорости вращения детали (до 10м/мин) и малой глубине резания (до 5мкм). Шлифование сопровождается обильной подачей охлаждающей жидкости. Шлифовальные станки должны обеспечивать безвибрационную работу. При шлифовании и точении, как и при любом виде стружкообразующей обработки, в поверхностном слое (ПС) металла образуются неблагоприятные для эксплуатации остаточные напряжения растяжения и микротрещины. Данные явления могут при последующей эксплуатации детали вызвать ее преждевременный выход из строя. Более благоприятными являются напряжения сжатия в ПС.

Наиболее перспективным видом обработки с образованием благоприятных остаточных напряжений является импульсная упрочняюще-чистовая обработка ультразвуковым (УЗ) инструментом. Данный метод обработки заключается в пластическом деформировании металла путем приложения к заготовке через инструмент (шар, радиусом $r = 4-8$ мм) двух сил: небольшой статической силы, которую можно прикладывать с помощью пружины или груза, и значительной ударной, создаваемой колебательной системой.

Эффективность данной технологии проявилась:

- в ликвидации поверхностных дефектов всех операций предварительной обработки;
- в улучшении микрогеометрии поверхности;
- в упрочнении поверхностного слоя;
- в образовании в поверхностном слое сжимающих остаточных напряжений.

Объяснение высокой эффективности метода лежит в интенсивном пластическом деформировании при ударном воздействии инструмента с высокой частотой колебаний. Если исходная поверхность имела шероховатость $Ra=2,43$ мкм и микротвердость 4500 МПа, то после УЗ-обработки шероховатость снизилась до $Ra=0,08$ мкм, а микротвердость возросла до 6000 МПа.

А.А. Вилкова, К.И. Зарянова, Н.А. Резайкина
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент В.В. Зелинский
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23

Напряженное состояние при трении поверхностей

Значительную группу материалов для трибосистем представляют сплавы с включениями мягкой составляющей (МС) в твердой основе (ТО). Экспериментально установленным эффектом самоорганизации трения для некоторых сплавов с МС является увеличение содержания МС на поверхности в местах контакта с повышенным трением и последующее облегчение последнего. Механизм явления не изучен.

Анализ условий взаимодействия поверхностей, микроструктуры сплавов и оценка физико-механических свойств МС и ТО показали, что для широкого диапазона условий работы трибосистем одним из механизмов самоорганизации трения может быть саморегулируемое вытеснение, находящейся в состоянии текучести, МС из поверхностного слоя при упругом деформировании ТО. Изучение процесса вытеснения МС и влияющих на него факторов проведем применительно к указанному сочетанию видов деформирования. За предельное напряжение состояние объемов принимаем состояние текучести МС.

Рассмотрим напряженное состояние поверхности, нагруженного нормальной силой N и касательной силой T . Выделим элементарные объемы ТО и МС, ограниченные главными площадками. Применим обобщенный закон Гука для выделенного объема при плоском деформировании. Учтем наличие касательной силы τ от силы T и применим известные из механики формулы.

В результате получаем, что коэффициент трения f является регулятором в самоорганизации трения: при малых N , для вытеснения МС требуется нагрузка больше, чем при больших f , когда вытеснение по нагрузке облегчено. Расчет показал, что при приработке, которая всегда сопровождается снижением f , для соблюдения состояния текучести МС нагрузку следует повышать с убывающей скоростью.

Предложенный механизм самоорганизации трения согласуется с опытными данными и может быть использован в количественной оценке фрикционной совместимости применяемых сплавов, а также в целенаправленном создании новых сплавов.

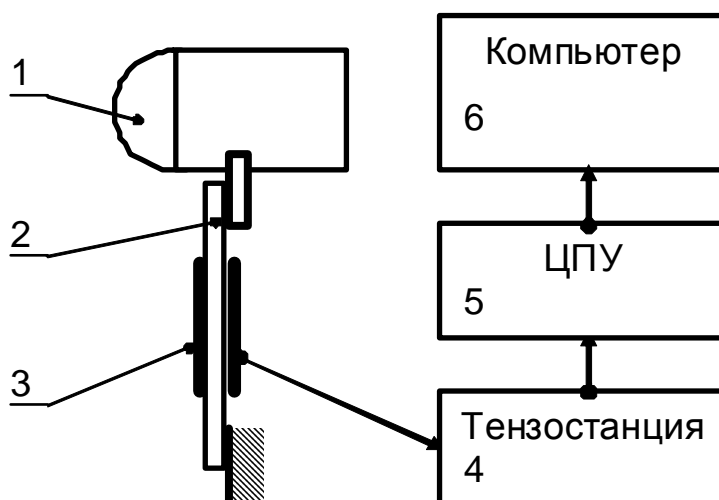
Литература

1. Зелинский В.В. Механизм самоорганизации трения при упругом взаимодействии поверхностей / Научные труды Муромских ученых. Материалы 35-ой НТК преподавателей сотрудников и аспирантов. Часть 3 / Под ред. Н.В. Чайковской. Муром, 2001. с. 64-66.

Зависимость качества машин от технологии обработки методами ППД

Обработка деталей методами поверхностного пластического деформирования (ППД) обязательно сопровождается динамическими автоколебательными явлениями. Чем меньше твердость металла и выше его пластичность, тем интенсивнее протекают эти процессы. Качество поверхностей деталей машин, обработанных методами ППД, может быть оценено с помощью интенсивности динамических процессов. Иногда эти процессы происходят практически спонтанно из-за неоднородности структуры обрабатываемого материала. Все эти факторы сдерживают использование методов ППД для улучшения поверхностей деталей машин, а особенно при использовании программного оборудования.

При движении инструмента по обрабатываемой поверхности глубина его внедрения в поверхностный слой заготовки непрерывно изменяется. Это вызывает изменение сил деформирования. Вследствие этого может происходить отжим детали от инструмента или "пропахивание" (микрорезание) поверхностного слоя. Отжим детали от инструмента с полным разрывом контакта между ними сопровождается последующим ударным вхождением в контакт, вибрацией.



Для оценки динамических колебаний упругой системы может быть использована установка, работающая по следующему принципу. Выглаживающий индентор 1 (см. рис.) связан с упругими элементами 2, на которые установлены датчики 3. Сигнал с датчиков усиливается тензостанцией 4 (типа ТА-5), преобразуется на ЦПУ 5 и обрабатывается на компьютере 6.

Прибор будет полезен при отработке технологии упрочнения поверхностей деталей методами ППД, т.к. варьируя режимами обработки и наблюдая результат на мониторе, можно свести к минимуму автоколебательные процессы. В свою очередь это приведет к стабилизации качества обработанной поверхности.

М.А Головкин
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Л.В. Силин
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23
E-mail: Armitp@yandex.ru

К вопросу завершенности процесса шлифования подшипников скольжения.

Технологический уровень отделочных операций при изготовлении узлов трения машин, в частности подшипниковых узлов скольжения, не позволяет получить такое физико-механическое качество поверхности, которое позволяло бы уже на первых этапах эксплуатации воспринимать номинальные рабочие нагрузки. Неизбежный этап приработки изделий имеет целью получить оптимальные чистоту и микрогеометрию поверхности, уменьшить ее макроотклонения и сформировать наилучшие физико-механические свойства.

В машиностроении всегда стоит вопрос, в основе которого лежит технологическая сущность - считать приработку первым этапом при вводе изделий в эксплуатацию или последней операцией технологического процесса изготовления. На современном этапе развития технологической науки и практики, практически все отделочные технологические операции «не могут подготовить» поверхность трения к восприятию номинальных рабочих нагрузок и поэтому не могут считаться "приработочными".

Операция шлифования, традиционно применяемая в качестве финишной, практически никогда не удовлетворяет этим требованиям, что не дает основания считать ее "приработочной" и делает процесс приработки первым этапом эксплуатации. Это очень ответственный процесс, т.к. от него зависит надежность и долговечность работы машины.

Проведя сравнительный анализ основных применяемых в настоящее время методов отделочной обработки поверхностей, приходим к выводу, что для благоприятной и безаварийной работы деталей при обработке необходимо:

— упрочнять поверхностный слой металла методом поверхностного пластического деформирования, для формирования необходимых физико-механических свойств поверхности металла;

— в поверхностном слое металла создавать сжимающие остаточные напряжения;

— достигать необходимой шероховатости поверхности.

Этим требованиям соответствуют такие методы финишной обработки как применение прерывного шлифования и обработка ультразвуковым инструментом.

Влияние скорости нагрева стали при нормализации на свойства отливок

Важнейшим этапом обработки сплавов является термическая обработка, обеспечивающая заданный уровень свойств во всем объеме детали, благодаря изменениям структурно-фазового состава и дислокационной структуры сплава.

Фундаментальной базой технологии термической обработки, гарантирующей получение ожидаемых результатов, является ее режим. Он включает в себя следующие элементы: температуру нагрева, скорость нагрева до заданной температуры, время выдержки при этой температуре и скорость охлаждения.

Наиболее часто применяемый вид термообработки для стали 20ГЛ – нормализация. Этот вид термической обработки надежно обеспечивает устранение видманштеттова феррита и формирует практически идентичные феррито-перлитные структуры, казалось бы, не дающие оснований для проведения каких-либо коррекций режимов. На самом деле это далеко не однозначно. Такой параметр нормализации как скорость нагрева не регламентируется ГОСТом, хотя именно от скорости нагрева зависит скорость протекания фазовых превращений в сплаве. Поэтому должны наблюдаться различия в механических свойствах стали, прошедшей обычную и ускоренную нормализацию при одинаковой температуре.

С 8 плавок были взяты пробы и проведены испытания. Обычную и ускоренную нормализацию проводили при температуре $900^0 - 920^0$ С. Оба режима ТО обеспечивали одинаковую температуру аустенизации и ее продолжительность, что, с точки зрения регламента технологии, делало эти режимы якобы идентичными, несмотря на существенно разные скорости нагрева заготовок.

Исследования подтвердили, что при более медленном нагреве до аустенитной области объективно создаются наиболее выгодные условия для коагуляции избыточных выделений карбидов из видманштеттова феррита [1]. При этом морфологические особенности включений видманштеттова феррита (плоские границы) придают таким карбидным скоплениям самые невыгодные, с точки зрения прочности, протяженные двумерные формы. Дальнейший нагрев стали и изотермическая выдержка при максимальной температуре нормализации далеко не всегда приводит к полному растворению этих карбидных образований в аустените, особенно при медленном нагреве отливок до аустенитного состояния [2]. Возможно, при увеличении количества циклов эти различия будут более существенными, поэтому провели для сравнения следующие режимы термообработки: нормализация (обычная), ускоренная нормализация, двойная обычная нормализация и двойная ускоренная нормализация. Механические испытания показали следующие результаты (табл.1).

Таблица 1. Результаты механических испытаний отливок при различных режимах термической обработки

σ_{ϵ} , Н/мм ²	σ_m , Н/мм ²	δ , %	ψ , %	KCV, Дж/см ² при t = -20 ⁰	KCV, Дж/см ² при t = -50 ⁰
Нормализация					
495	305	25	57	4,0	3,3
Ускоренная нормализация					
524	343	26	52	6,4	5,5
Нормализация + нормализация					
526	342	29	63	7,3	6,4
Двойная ускоренная нормализация					
535	387	27	60	8,9	7,9

Анализ микроструктуры (рис. 1, а, б) показал, что применение ускоренной нормализации способствует получению мелкозернистой феррито-перлитной структуры с равномерным распределением перлита (зерно мельче, чем при обычной нормализации). Увеличение количества циклов термической обработки ведет к дальнейшему измельчению структурных составляющих сплава (рис. 1, в, г).

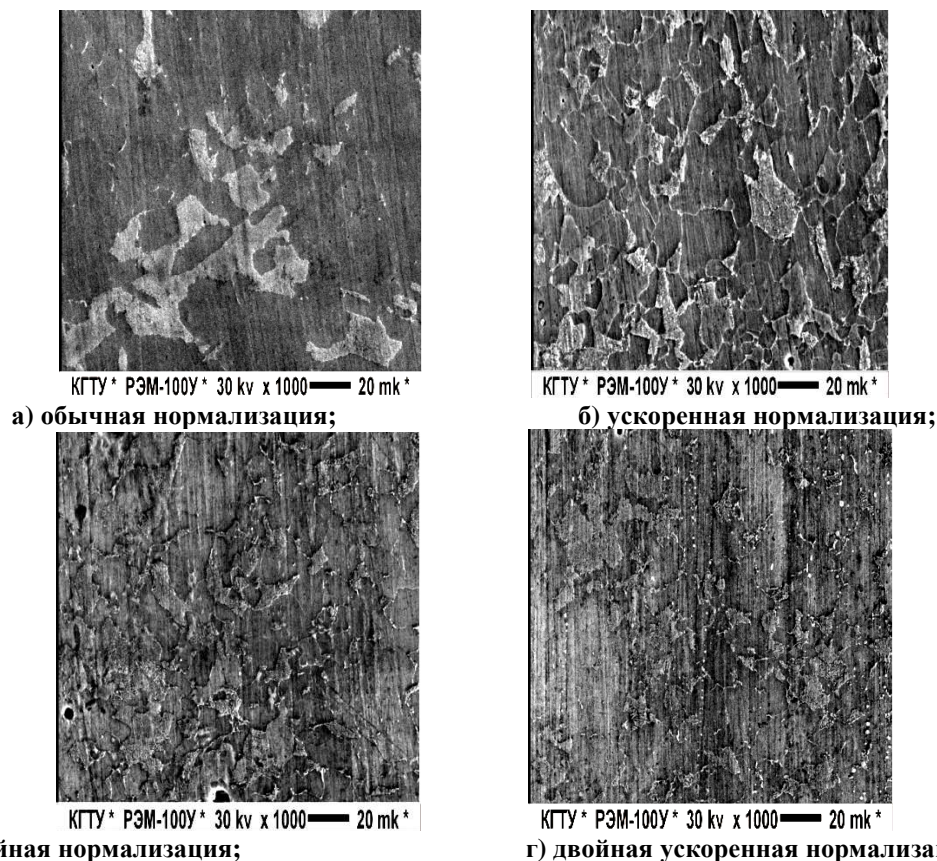


Рис. 1. Микроструктуры стали 20ГЛ, прошедшей различные режимы термической обработки

Сопоставляя результаты механических испытаний, полученные при различных режимах термической обработки, можно сделать вывод, что наилучшие механические свойства достигаются при режиме «двойная ускоренная нормализация». Этот режим позволяет получать сталь с высокими пластическими характеристиками и достаточно высокой прочностью. При этом сокращается продолжительность технологического процесса.

Литература

1. Карпова Е.Ю., Костылева Л.В., Ильинский В.А. Исследование отпуска видманштеттова феррита в процессе охлаждения стальных отливок // МиТОМ. 1998. № 1.-с.20-23
2. Ильинский В.А., Костылева Л.В., Карпова Е.Ю. Природа пониженной пластичности стальных отливок//Литейное производство. 1997. № 4-5. - С.19.

Д.А. Змеев, А.Е. Кабанов, К.С. Селемон
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент В.В. Зелинский
*Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23*

Оценка влияния магнитного поля на износостойкость стали

Для эксперимента были использованы образцы, имеющие форму прямоугольной призмы [1]. Такая форма образцов подбиралась с целью обеспечения достаточно малой поверхности трения и, следовательно, создания достаточных давлений от внешнего усилия. Все ролики изготавливались из одной заготовки-круга, а токарную операцию осуществляли на одной и той же оправке, что обеспечивало им также одинаковые физико-химические свойства поверхностей трения. Износ измерялся только у неподвижных образцов. Испытания производились в условиях трения без смазки при постоянной нагрузке 300 Н и постоянной частоте вращения ролика 200 1/мин. Контртелом для каждого образца стали ХВГ являлся отдельный ролик. В начале испытания для каждого неподвижного образца производилась приработка. Результаты испытаний показали практически постоянную скорость изнашивания. В целом, износ намагниченного образца 7 в 2,9 раза меньше износа самого слабомагниченного образца 1, и примерно в 2,5 раза ниже износа ненамагниченных образцов. Очевидны три механизма положительного влияния намагниченности: во-первых, проведение МО ориентирует все домены на поверхности в определенном направлении, что при трении затрудняет разрыхление пограничного слоя на микроуровне, во-вторых, в связи с ориентацией доменов под действием магнитного поля затрудняется движение дислокаций в поверхностном слое пропорционально степени намагниченности образцов, и, в-третьих, образовавшиеся фрагменты разрушения могут, пластически деформируясь, приобрести округлую форму и выполнять функцию «катков» между поверхностями.

Литература

1. Зелинский В.В. Закономерности изнашивания инструментальной стали, обработанной магнитным полем / *Машиностроение и безопасность жизнедеятельности*, 2010, № 7,- с.97-100.

М.А. Климова
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент В.В. Зелинский
*Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23*

Повышение надежности деталей привода путевых машин

Опыт эксплуатации и ремонта путевых машин, применяемых для выправки, подбивки и рихтовки железнодорожного полотна, показал наличие частых преждевременных отказов у деталей привода ходовых колес, воспринимающих сосредоточенные нагрузки и испытывающих высокие напряжения.

Повышение надежности деталей обычно стремятся обеспечить путем их упрочнения. Но как следует из основных направлений повышения надежности, для ее увеличения, прежде всего, должен быть обеспечен запас прочности по напряжениям. При этом требуемый уровень запаса прочности может быть обеспечен и за счет снижения вредных сопротивлений при осуществлении работ.

Низкая долговечность из-за усталостных поломок и повреждений поверхности, не соответствующая нормативам по техническим условиям, указывает на природу разрушений, основанную на малоциклового усталости. Изучение всего многообразия условий нагружения деталей привода ходовых колес нагрузками различного происхождения показало, что наиболее опасным по малоциклового разрушению является пуск при передвижении машины в условиях приподнятого участка пути специальными роликовыми захватами (РЗ).

Анализ механики взаимодействия деталей показал, что при пуске общая сила сопротивлений передвижению и относительная доля сопротивлений РЗ в общей сумме сопротивлений в значительной мере определяются величиной коэффициента трения в контакте роликов РЗ с рельсом. Расчеты позволили определить, что конструкторское и технологическое уменьшение коэффициента трения скольжения в РЗ может снизить нагрузки в деталях привода примерно в 2 раза.

Таким образом, анализ и расчеты позволили определить один из путей повышения долговечности деталей привода путевых машин за счёт правильной организации условий смазки контакта «сухого» трения между роликами РЗ и рельсом.

Литература

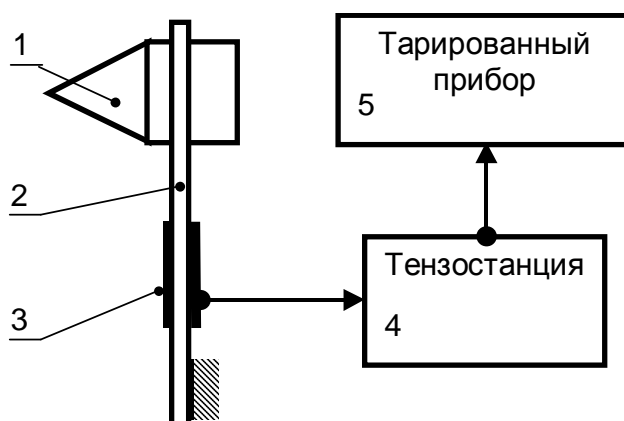
1. Зелинский В.В., Малясов В.В., Силин Л.В. Влияние трения на нагруженность деталей привода путевых машин. /Новые материалы и технологии в машиностроении. Сборник научных трудов / Под ред. Е.А. Памфилова. – Выпуск 3. – Брянск: БГИТА, 2004. – 120 с.

Влияние качества поверхностей на эксплуатационные свойства деталей машин

Для оценки влияния показателей качества поверхностей, таких как: шероховатость, волнистость и точность поверхности на эксплуатационные свойства деталей машин необходимо иметь комплекс приборов, которые позволяют эти показатели оценить. В промышленности для таких целей используются различные приборы: профилометры, профилографы, микроскопы и др. Недостатком старых конструкций является их громоздкость, недостатком новых – дороговизна. Общий недостаток таких приборов – это необходимость устанавливать измеряемую деталь или образец непосредственно на прибор. Кроме того, размеры образца тоже ограничены возможностями прибора. Для того чтобы провести измерения, необходимо снимать заготовку со станка, замерять, устанавливать, снова обрабатывать. Этот цикл может быть повторен многократно до завершения эксперимента.

Датчик предлагаемого прибора может быть установлен непосредственно на металлорежущий станок, например, в суппорте токарно-винторезного станка. Измерения в таком случае могут осуществляться при продольном или поперечном перемещении суппорта или при вращении детали непосредственно на рабочем месте.

Установка работает по следующему принципу. Индентор 1 (см. рис.) установлен на упругой пластине 2, на которую наклеены тензодатчики 3. Сигнал с тензодатчиков усиливается тензостанцией 4 (типа ТА-5) и фиксируется на приборе 5 (тарированный милливольтметр).



Милливольтметр тарируется по группам шероховатости. В качестве индентора можно использовать алмазные наконечники от твердомера для измерения твердости по Роквеллу.

Если вместо тарированного прибора сигнал с тензостанции отцифровать, то его можно обрабатывать на компьютере, получая различные графики и зависимости за считанные секунды. На программируемом металлорежущем оборудовании операции контроля могут осуществляться во время холостых и вспомогательных перемещений суппорта.

А.А. Лазарев, Н.С. Контауров, А.Е. Дунаев
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент В.В. Зелинский
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23

Закономерности изнашивания металлорежущих инструментов

Опыт обработки металлов резанием показывает, что доминирующими видами изнашивания лезвийного инструмента являются адгезионный и абразивный виды [1].

Экспериментальные исследования процесса адгезионного изнашивания при резании показали, что образование износа происходит путем вырыва частиц материала, как правило, с более мягкой поверхности обрабатываемой детали. Для абразивного изнашивания установлено, что повреждения имеют вид царапин, канавок, которые образуются из-за двух причин.

Во-первых, повреждения образуются в результате воздействия на рабочие поверхности инструмента твердых включений, содержащихся в структуре обрабатываемого материала, которые царапают поверхность инструмента как микроскопические резцы. Второй причиной является образование твердых наростов вследствие адгезионного схватывания.

В соответствии с изложенным, в общем износе инструментов (который принимаем за 100%) удельные вклады износов адгезионного и абразивного происхождения можно считать примерно одинаковыми – по 50 % [2]. При этом причина адгезионного изнашивания одна – адгезионное схватывание, которое может быть реализовано за счет химических связей. Следовательно, удельный вклад этой причины в адгезионную составляющую общего износа составляет те же 50%. У абразивного износа две причины – адгезионное схватывание с образованием отделяющихся царапающих твердых частиц и царапание инструмента твердыми включениями в обрабатываемом материале. Вполне правомерно предположить, что две эти причины обуславливают абразивное изнашивание в равной мере. Следовательно, их удельный вклад в абразивную составляющую общего износа составляет по 25%. Отсюда следует, что причиной примерно 75% общего износа является адгезионное схватывание.

Литература

1. Лоладзе Т. Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента.-М.: Машиностроение, 1982. - 320 с.
2. Зелинский В.В., Борисова Е.А. Установление преобладающих видов и причин изнашивания режущих инструментов / Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, № 2, 2012. - с.55-59.

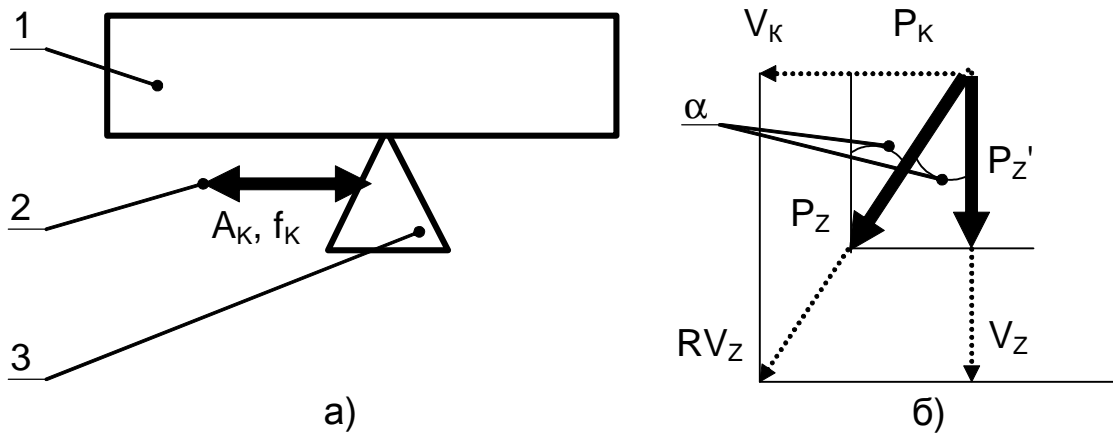
Зависимость качества машин от технологии лезвийной обработки.

Современный характер производства диктует все более возрастающие требования к технологии обработки металлов резанием. При выборе технологического маршрута изготовления деталей преимущество отдается более производительным методам обработки, инструменту, позволяющему вести обработку на повышенных режимах резания без уменьшения периода его стойкости, оборудованию с большим значением коэффициента полезного действия и т.д. В этих условиях интенсификация процессов резания является жизненно важной проблемой производства. Термин «интенсификация» в технологии машиностроения рассматривается как улучшение или совершенствование процесса с целью улучшения его характеристик.

Одной из задач интенсификации является уменьшение сил резания. Этой проблеме посвящены многочисленные исследования в области резания металлов и триботехники. В данной работе предлагается оригинальный метод уменьшения составляющей силы резания P_Z за счет наложения колебаний на инструмент в направлении, параллельном продольной подаче.

Примем допущение, что величина составляющей силы резания P_Z не изменяется. При наложении колебаний с амплитудой A_K и частотой f_K (см. рис), направление силы резания P_Z смещается на угол α , определяемый отношением скоростей колебаний и резания ($\alpha = \arctg(V_K/V_Z)$). Причем, составляющая силы P_Z уменьшится и составит:

$$P'_Z = P_Z \cdot \cos \alpha$$



1 – деталь; 2 – колебания; 3 – режущая пластина.

Необходимо отметить, что скорость колебаний при высоких частотах может быть значительно выше, чем скорость резания. Тогда угол α увеличивается, а P'_Z уменьшается, что способствует уменьшению отжимания детали. Такое явление становится особенно полезным при обработке нежестких деталей.

В.А. Седов, А.А. Дубков
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент В.В. Зелинский
*Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23*

Конструкторско-технологическое управление граничным трением

Значимость граничного вида трения в новой технике весьма велика, так как для машин, работающих в жестких условиях, не удастся обеспечить устойчивости гидродинамического трения. Известно, что при граничном трении возникает интенсивный износ и задиры, однако этот вопрос изучен недостаточно. Эффективным решением проблемы граничного трения является подбор материалов для узлов трения и технологическое обеспечение триботехнического качества трущихся поверхностей. Поэтому в настоящее время наиболее развивающимся направлением в науке о трении, смазке и износе является фрикционное материаловедение и оптимизация свойств поверхностей технологическими методами. Другим направлением в управлении трением является использование аналитических подходов. Это направление является комплексным, и оно базируется на законах физики, механики, материаловедения, математики и др. При трении двух поверхностей в окрестности их раздела можно выделить пограничный слой, представляющий собой изотропную среду, характеризующуюся физико-механическими характеристиками материалов поверхностей, микро- и макрогеометрией контакта и условиями нагружения. Для трибоматериалов свойства пограничного слоя определяются механическими и теплофизическими свойствами, уровнем и природой напряжений, направлением и характером перемещений. Следовательно, для любой трибосистемы процессы в пограничном слое можно описать системой уравнений.

Для нормальной работы, например, системы вал – подшипник пограничный слой должен обладать служебными свойствами, которые являются функциями системы уравнений, т.е. определяются уровнем внешних воздействий, геометрией контакта и напряжениями в пограничном слое [1]. Взаимосвязи напряжений определяются законами упругого и пластического деформирования с учетом природы материалов. Следовательно, описание реакций пограничного слоя возможно закономерностями механических процессов, а управление трением и изнашиванием возможно конструкторско-технологическими методами на основе аналитических решений.

Литература

1. Зелинский В.В., Суслик М.Е. Проблемы управления граничным трением / Сб. науч. работ. «Машиностроение и безопасность жизнедеятельности». Выпуск третий / Под общей ред. Н.В. Чайковской. Муром, 2003. с.68-71.

С.К. Серегина, К.В Сочнева, В.И. Пожидаев
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент И.А. Телков
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23

Формирование свойств поверхностного слоя под воздействием силового и теплового факторов при механической обработке

Физико-механические свойства поверхностных слоев деталей машин формируются под комплексным воздействием силовых и тепловых факторов при механической обработке. В поверхностном слое возникают остаточные напряжения, которые в зависимости от режима обработки могут быть положительными или отрицательными.

Лезвийный инструмент оказывает преобладающее влияние силового фактора над тепловым. Результатом такового воздействия будет насыщение поверхностного слоя дефектами деформации, что характеризуется повышением микротвердости и снижением вязкости. В результате в поверхностном слое возникают остаточные напряжения сжатия.

Тепловой фактор способствует расширению нагреваемого слоя, чему препятствуют окружающие более холодные слои материала. В результате поверхностный слой оказывается пластически сжатым. После охлаждения этого слоя в нем возникают остаточные напряжения растяжения.

Уменьшение уровня остаточных напряжений растяжения в поверхностном слое достигается снижением интенсивности нагрева инструмента во время обработки за счет снижения сил трения в зоне резания. При этом деформационная составляющая, обеспечивающая остаточные напряжения сжатия не изменяется.

Износ и притупление инструмента приводят к повышению трения его задней поверхности об обработанную поверхность, это способствует формированию остаточных напряжений растяжения.

Регулирование остаточных напряжений в поверхностном слое является значительным резервом повышения эксплуатационных свойств деталей машин.

Однако, точное исследование величины и знака остаточных напряжений в поверхностном слое очень трудоемко.

Предлагается модифицированный экспресс-метод оценки величины и знака остаточных напряжений в поверхностном слое, основанный на методе Давиденкова по образцам-кольцам и образцам-полоскам. Суть заключается в том, что в формуле

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 ,$$

где σ_1 – напряжение, удаляемое в исследуемом слое после разрезки образца;

σ_2 – напряжение, удаляемое одновременно со снимаемым слоем;

σ_3 – напряжение, снимаемое в слое после удаления всех предыдущих слоев.

исследуется только первое слагаемое. Это сокращает время на исследования и расчеты в сотни раз.

В качестве метода вырезки образцов целесообразно использовать электроэрозионные станки с электрод-инструментом из латуни.

Н.В. Фурлетова
Научный руководитель: ассистент Л.С. Шлапак
*Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23*

Определение погрешностей обработки деталей машин методом математической статистики

В процессе изготовления деталей машин качество их изготовления зависит от технологических факторов, в большей или меньшей степени влияющих на точность обработки. Часть этих факторов является причиной систематических погрешностей, которые носят постоянный или переменный характер. Другая часть факторов, влияющих на точность обработки, является причиной случайных погрешностей, приводящих к рассеянию размеров деталей в пределах поля допуска. Случайные погрешности возникают вследствие колебания величин припусков в различных деталях различных параметров.

Если после измерения партию деталей разбить на группы с одинаковыми размерами отклонениями и построить графическую зависимость, то получим кривую распределения размеров, которая характеризует точность обработки деталей. Случайные погрешности в размерах обрабатываемых деталей подчиняется закону нормального распределения, который графически изображается кривой Гаусса.

Если разбить все детали партии на группы по интервалам размеров, то средний размер детали партии l_{cp} равен среднему арифметическому из размеров всех деталей.

Закон нормального распределения в большинстве случаев оказывается справедлив при механической обработке заготовок с точностью 8, 9 и 10 квалитетов и грубее, а при обработке по 7, 8 и 6 квалитетам распределение их размеров подчиняется закону Симпсона, который графически выражается равнобедренным треугольником.

Если рассеивание размеров зависит только от переменных систематических погрешностей, то распределение действительных размеров партии обработанных заготовок подчиняется закону равной вероятности.

Он распространяется на распределение размеров заготовок повышенной точности (5-6 квалитет и выше) при их обработке по методу пробных ходов.

Из-за сложности получения размеров высокой точности, вероятности попадания размера заготовки в узкие допуска становится одинаковой.

Распределение таких величин, как эксцентриситет, биение, разностенность, непараллельность, перпендикулярность, овальность, конусообразность, подчиняется закону распределения эксцентриситета (закон Релея).

Распределение по этому закону формируется тогда, когда случайная величина R является радиус - вектором при двумерном гауссовом распределении, т.е. если она представляет собой геометрическую сумму двух случайных величин X и Y .

А.А. Черненко, Д.Р. Жестков
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент В.В. Зелинский
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23

Технологическое управление качеством приработки смазываемых узлов трения

В лабораторных условиях прирабатывались подшипниковые сплавы, применяемые в ДВС [1]. Нагружение производилось ступенями. В момент образования гидродинамического смазочного слоя на каждой ступени нагрузки регистрировались толщина слоя, коэффициент трения, температура слоя и частота вращения. Испытания проводились при скоростях скольжения 1,7 и 3,14 м/с, а также в режиме роста скорости до 4,0 м/с. Обработка результатов испытаний позволила установить общую зависимость толщины слоя h_0 от пути трения L :

$$h_0 = AL^{-0,4}, \quad A = const \quad (1)$$

На основе теории гидродинамической смазки толщина слоя в месте наибольшего сближения поверхностей определяется по уравнению:

$$h_{\min} = \frac{0,52d^2l\mu\omega}{q\Delta(d+l)} \quad (2)$$

где q - давление в подшипнике; ω – угловая скорость; d – диаметр вала; Δ – диаметральный зазор; μ – динамическая вязкость масла; l – длина подшипника. На границе жидкостного трения h_{\min} равен текущему значению суммарной высоты касающихся микронеровностей, изменение которой при приработке устанавливает зависимость (1). Совместное решение (1) и (2) дает формулу, преобразованную к удобному для практики виду:

$$\frac{T}{n} = \frac{kd^2l}{\Delta(d+l)} \cdot \mu L^{-0,4} \quad (3)$$

где T – тормозной момент; n – частота вращения; k – обобщенный постоянный коэффициент.

Условие (3) определяет нижнюю облегченную границу диапазона оптимальных соотношений T и n , обеспечивающих сокращение продолжительности приработки при безопасных по повреждаемости условиях. Анализ переменных величин показывает, что отношение T/n должно возрасти с убывающей скоростью по ходу проведения приработки. Данный вывод имеет важное значение при разработке режимов обкатки ДВС на практике.

Литература

1. Зелинский В.В. Управление приработкой на основе законов гидродинамической смазки / Материалы 35-ой НТК преподавателей сотрудников и аспирантов. Часть 3 / Под ред. Н.В. Чайковской. Муром, 2001. с.69-70.