

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ЛИКВИДОВ С ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Обеспечение высокого качества продукции отечественного машиностроения добиваются, главным образом, многостадийной доводкой технологических процессов по результатам изготовления, испытаний, эксплуатации изделий. При таком подходе сочетание характеристик элементов технологической системы носит случайный характер, а негативные влияния технологической наследственности сказываются в эксплуатации, вне производственного процесса. Процесс создания конкурентно способной техники представляет собой синтез технологических систем, состоящих из множества элементов с противоречивыми свойствами, что предопределяет оптимизацию. Оптимизация процессов, входящих в технологическую систему, возможна при изученных условиях взаимного влияния и установленных соответствующих закономерностях, которым подчиняются эти влияния. Оптимальная технологическая система обладает суммарными свойствами, которые прогнозировано и устойчиво обеспечивают требуемое качество изделий с максимальным экономическим эффектом. Причем свойствами, присущими системе в целом, не обладают ее отдельные элементы, что позволяет выделить ее в виде целостного объекта. Поэтому технологическая система не сводится к простой совокупности составляющих элементов и, рассматривая эти элементы в отдельности, без учета связей между ними, нельзя объективно оценить ее свойства в целом, а следовательно, нельзя оптимизировать затраты в производстве, в эксплуатации при заданном качестве продукции.

Развитые в области машиностроения страны более четверти века назад вступили в этап перехода от разработки разрозненных прогрессивных технологий и техники для их реализации к целостным технологическим системам новых поколений. Формирование технологических систем, охватывающих жизненный цикл изделий, выполняется исходя из поставленной цели и решаемых задач, обеспечивая оптимальное качество. Одним из наиболее важных свойств, характеризующих качество летательных аппаратов, является надежность, которая достигается комплексом технологических мероприятий. Рассмотрим один из наиболее важных элементов технологической системы, влияющий на надежность летательных аппаратов - промышленную чистоту прецизионных изделий и комплекс мероприятий по ее обеспечению.

Известно, что технологические загрязнения рабочих жидкостей в гидравлических системах снижают ресурс прецизионных агрегатов. На

рис.1 показаны результаты стендовых испытаний двух типов агрегатов при использовании рабочих жидкостей различных классов чистоты, а на рис. 2 - допустимые загрязнения рабочих жидкостей частицами различной величины. Частицы размером менее 5 мкм не учитываются (ГОСТ 17216 – 71) при анализе чистоты рабочих жидкостей [1]. Для контроля

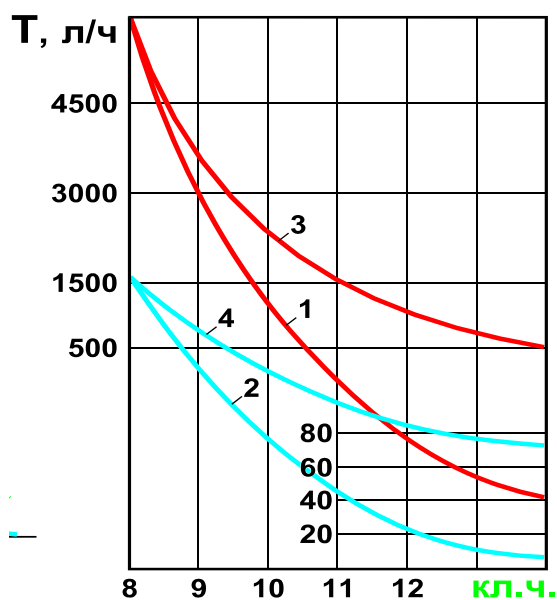


Рисунок 1 – Нарботка при наличии частиц менее 5 мкм

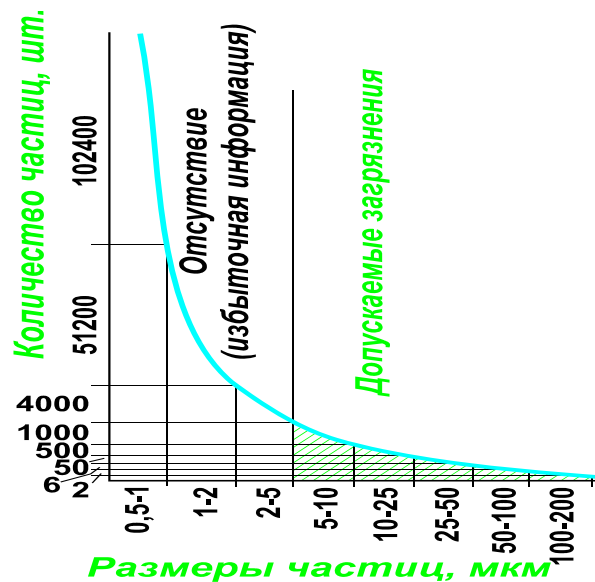


Рисунок 2 – Допустимое загрязнение рабочих жидкостей 6-го кл.чистоты

чистоты жидкости на предприятиях используют прибор ПКЖ – 904А, в технической характеристике которого указаны контролируемые частицы в шести размерных диапазонах от 5 до 200 мкм и более. Однако исследования, выполненные в НИИДе, красноречиво доказывают, что ресурс определяет не величина частиц, а их массовая концентрация и частицы менее 5 микрон существенно влияют на ресурс гидротопливных агрегатов. Следует отметить, что если при удалении макрочастиц в условиях производства авиационных агрегатов традиционно используется ручной труд, то удаление микрочастиц является сложной технической проблемой, поскольку они не видимы невооруженным глазом, а их количество (рис. 2) на несколько порядков больше, чем крупных ликвидов.

Для очистки деталей авиационных агрегатов необходимо использовать отделочно-очистные технологии. Особенность этих технологий заключается в том, что эффективность проявляется при обработке 100% деталей, входящих в автономные гидро- или пневмосистемы. Для выбора методов очистки деталей, кроме всего прочего, необходимо определить источники технологических загрязнений.

Установлено, что массовое загрязнение микрочастицами происходит быстро изнашиваемой частью микронеровностей. В соответствии со стандартом DIN 4776, действующим в западноевропейских странах, кон-

тролируют кроме параметров микрогеометрии поверхности еще и форму профиля. Используя кривую Аббота–Файерстоуна (рис.3), можно выделить такие элементы профиля шероховатости: усредненную высоту выступов, быстроизнашивающуюся в начальный период эксплуатации (R_{PK}); глубину неровностей профиля поверхности, являющуюся основой профиля поверхности, длительное время находящуюся в работе и оказывающую основное влияние на срок службы изделия (R_K); усредненную глубину впадин, определяющих смазывающую способность поверхности (R_{VK}). Математически кривая Аббота–Файерстоуна представляет собой кривую суммарной частоты ординат профиля [2]. Определение характеристик профиля шероховатости позволяет на стадии изготовления сформировать функционально необходимый микрорельеф поверхностей (получить износоустойчивый профиль) и таким путем избежать загрязнения продуктами износа гидравлических систем в эксплуатации.

В условиях агрегатного производства, где преимущественно обрабатывают сложнопрофильные детали (рис.4) с применением обрабатывающих центров, использующих различные инструментальные системы, выбор метода удаления ликвидов осложняется тем, что точение, фрезерование, сверление и другие методы механической обработки образуют разные виды ликвидов. Для их удаления требуются либо узко специализированные методы (более 10) и соответствующее оборудование, либо

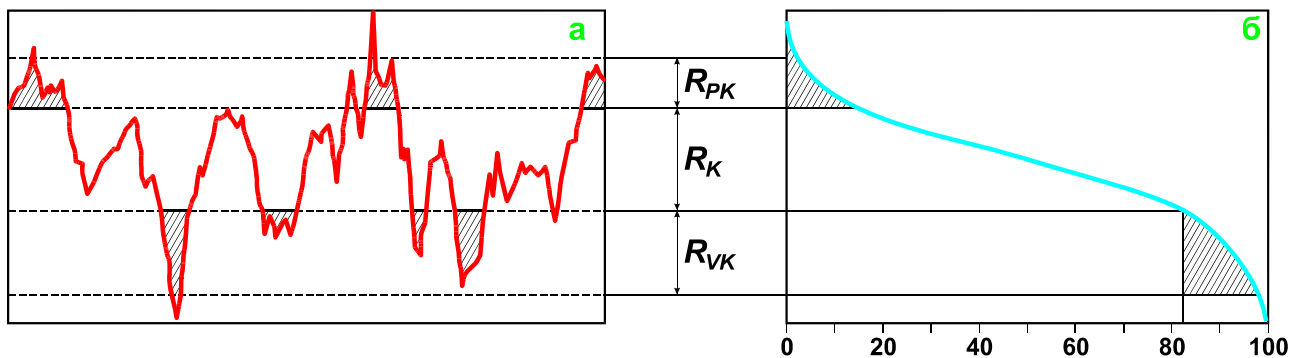


Рисунок 3 – Профилограмма (а) и кривая Аббота-Файерстоуна (б)

один или два универсальных. Технологическая система, гарантирующая удаление технологических загрязнений в условиях агрегатного производства, реализуется на базе термоимпульсного метода. В этом случае необходимо согласовать характеристики элементов технологической системы, чтобы обеспечить стабильность и предсказуемость геометрических параметров ликвидов после разных видов механической обработки и выполнение финишных, отделочно-зачистных, операций. Для этого следует определить влияние геометрии режущих инструментов (в том числе шероховатости режущих кромок) и режимов механической обработки на образование заусенцев на поверхностях и кромках деталей.

Для управления качеством обработки необходимо понимание, каким образом технологическая наследственность влияет на эксплуатационные характеристики изделий. Кроме того, необходимо знать условия образования ликвидов и влияние качества режущих кромок инструментов на микрорельеф (структуру микронеровностей) поверхностей обрабатываемых деталей. В работах профессора Барона Ю.М. и его учеников исследованы процессы образования заусенцев при резании метал-

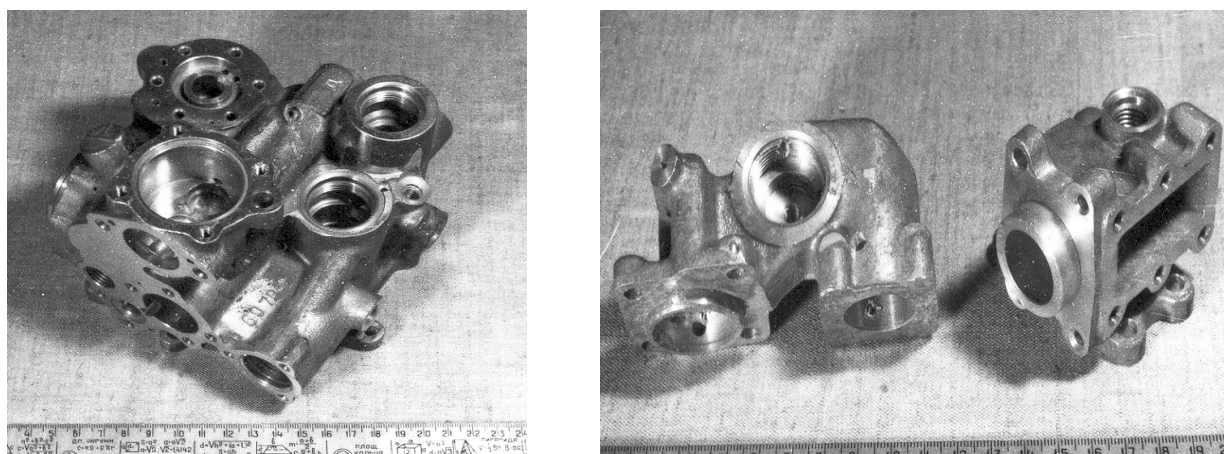


Рисунок 4 – Типичные корпуса в агрегатостроении

лов и влияние геометрии режущего инструмента на технологические параметры. В работах профессора Петрова В.И. исследованы инструментальные системы, в которых рассмотрены факторы (более 50), влияющие на их стойкость и вибрацию режущих инструментов. Результаты исследований указанных авторов косвенно подтверждают, что физические процессы образования ликвидов при механической обработке подчиняются законам гидродинамики. Исследования поверхностей образцов и деталей после различных видов механической обработки, выполненные нами, хорошо согласуются с исследованиями выше упомянутых авторов. В работах [2 – 4], выполненных в ХАИ, приведены результаты исследований по изучению источников технологических загрязнений поверхностей и кромок деталей агрегатного производства. Установлено, что все виды механической обработки оставляют на поверхностях деталей частицы, соизмеримые с величиной шероховатости. Образование частиц материала обрабатываемой детали на ее поверхностях объясняется следующим образом. Срезаемый слой материала разделяется на два потока клином режущей кромки, толщина которых обратно пропорциональна сопротивлению течению и прямо пропорциональна радиусу скругления кромки. Слой над резцом формируется в виде стружки, а микрослой между резцом и деталью - в виде микрочастиц из-за его дробления при вибрации системы СПИД.

Несмотря на то что проблеме образования и удаления ликвидов уделяется пристальное внимание в высокоразвитых в области машино-

строения странах, её решение еще далеко от завершения. Рассмотрим влияние параметров режущих кромок инструментов на образование ликвидов на поверхностях деталей. Известно, что микрорельеф режущей кромки копируется на обрабатываемой поверхности. Поэтому мы исследовали отечественный и импортный режущий инструмент. На рис. 5 показаны типичные режущие кромки после переточки. Очевидна потребность в очистке и отделке кромок.

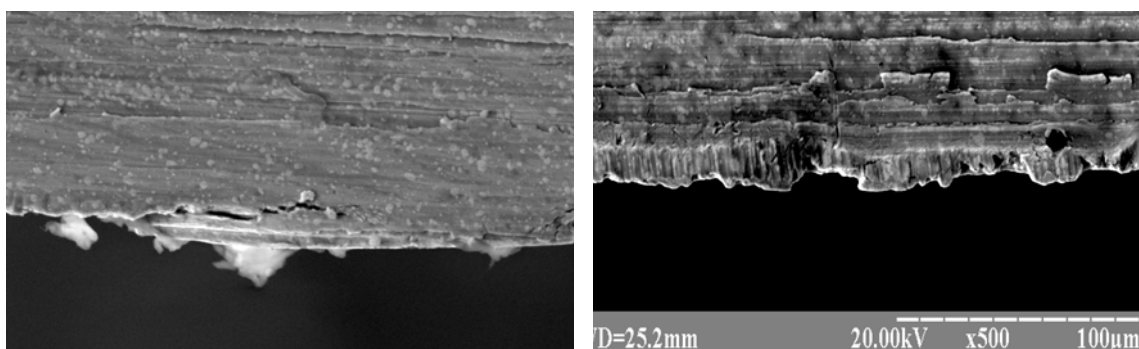


Рисунок 5 – Типичные кромки после переточки

На рис. 6 представлен образец режущей кромки после размерной термоимпульсной обработки, режимы которой вычислены по методике, представленной в работе [5].

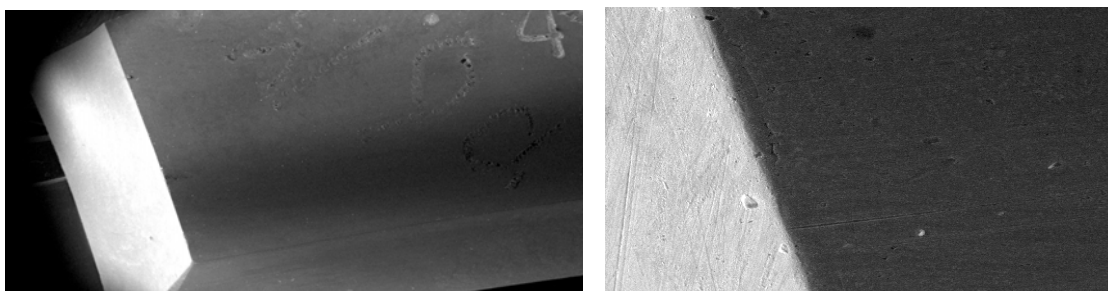


Рисунок 6 – Кромка резца после термоимпульсной обработки

На рис. 7 представлены результаты исследований типичного инструмента поставляемого на агрегатный завод известными зарубежными фирмами.

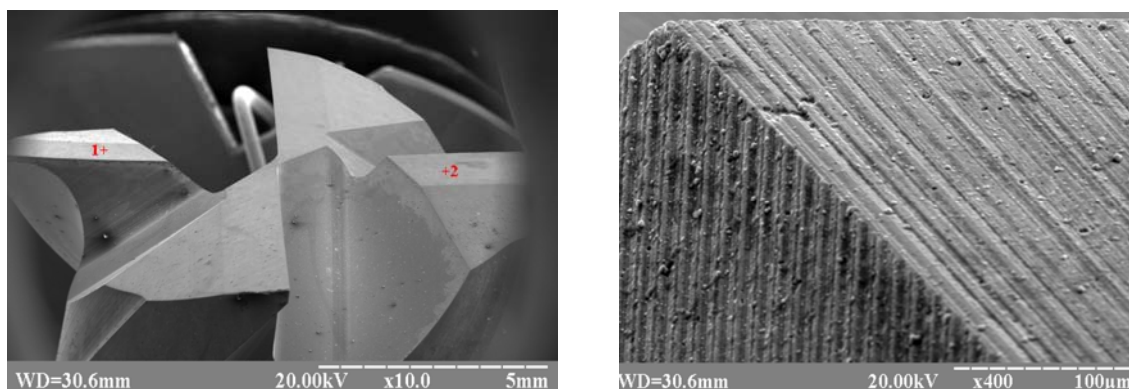


Рисунок 7 – Импортная фреза и режущая кромка

По мере притупления режущих кромок инструментов изменяется физика образования ликвидов как на кромках, так и на поверхностях деталей. На рис. 8, 9 продемонстрировано влияние радиуса скругления режущей кромки инструмента на качество обрабатываемых поверхностей деталей. Если образование заусенцев на кромках более или менее исследовано, то образование ликвидов на поверхностях деталей, по

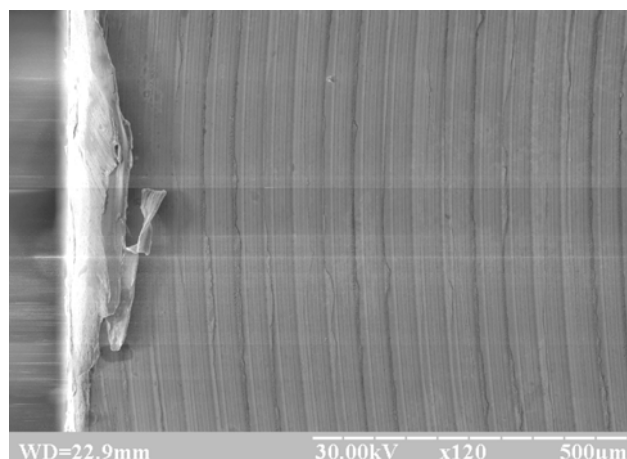
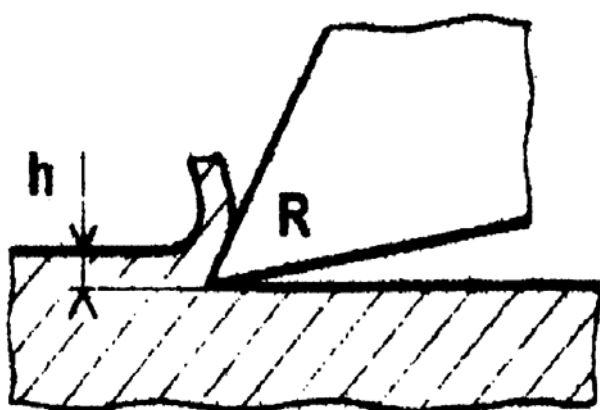


Рисунок 8 – Поверхность, обработанная инструментом с острой кромкой

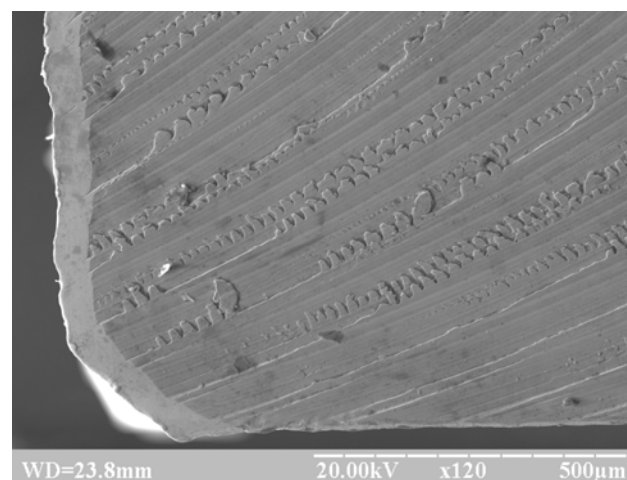
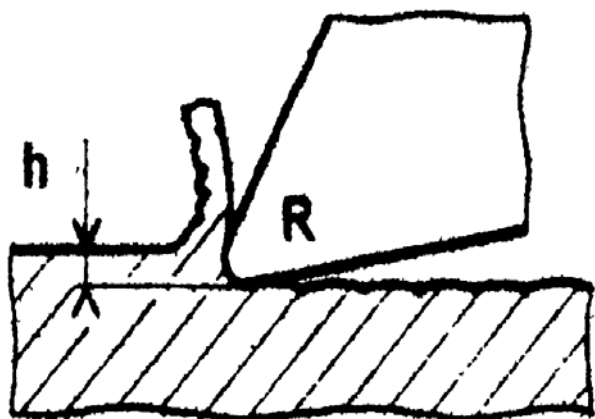


Рисунок 9 – Поверхность, обработанная резцом с притупленной кромкой

крайней мере, не освещается в технической литературе, хотя проблема удаления частиц (условно названных в производстве блесками) существует с незапамятных времен. Микрочастицы на поверхностях деталей (рис. 9) не только являются причиной износа трущихся пар, но и причиной лущения различного рода покрытий. Выявленная взаимосвязь размеров образующихся ликвидов и состояния режущих кромок инструментов позволяет определить и согласовать параметры режимов реза-

ния и термоимпульсной обработки. Таким образом, реализуется возможность создания интегрированной технологической системы, которая позволяет решить проблему удаления заусенцев, микрочастиц, быстро изнашиваемой части микрорельефа одновременно с внутренних и наружных сложнопрофильных поверхностей и кромок деталей. При использовании физического метода обработки исключается субъективный фактор из технологической системы, что позволяет прогнозировать качество очистки от технологических загрязнений и надежность изделий в эксплуатации.

Итак, процессы механической обработки должны разрабатываться с учетом технологической наследственности, влияющей на выбор метода удаления ликвидов. При этом режущие кромки инструментов, формирующих окончательный микрорельеф сложнопрофильных поверхностей агрегатных деталей, должны иметь соответствующие радиусы скругления и шероховатость.

Удаление ликвидов и размерное скругление кромок реализует термоимпульсный метод обработки.

Список использованных источников

1. Жданов, А.А. Обеспечение качества гидротопливных агрегатов летательных аппаратов за счет новых технологий [Текст] / А.А. Жданов // Технологические системы. – 2002. – №5. – С. 9 – 13.

2. Лосев, А.В. Необходимость использования отделочно-зачистных технологий в машиностроении [Текст] / А.В. Лосев, О.А. Лосева, Ю.С. Дмитриевская // Металлообработка. – Спб., 2009. – Вып.1(49). – С. 2 – 9.

3. Лосев, А.В. Отделочно-зачистные технологии в производстве летательных аппаратов и в машиностроении [Текст] / А.В. Лосев, В.А. Фадеев // Авиационно-космическая техника и технология. – Х.: – 2007. – №4 (40) – С. 6-12.

4. Фадеев, В.А. Обеспечение промышленной чистоты изделий машиностроения в производстве с использованием термоимпульсного метода [Текст] / В.А.Фадеев, А.В. Лосев, О. А. Лосева // Резание и инструмент в технологических системах: Междунар. науч.-техн. сб. – Х.: Нац. техн. ун – та "ХПИ". – 2006. – Вып. 70. – С. 516 – 512.

5. Лосева, О.А. Алгоритмизация автоматизированного определения режимов технологических процессов термоимпульсной обработки [Текст] / О.А. Лосева, В.В. Шевель // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ» – Вып. 50 – Х., 2011. – С. 39 – 46.

Поступила в редакцию 21.10.2011.

Рецензент: д-р техн. наук, ст. науч. сотр. В.И. Сливинский, УкрНИИТМ, г. Днепрпетровск